

**INSTRUMENTO PARA LA ESTIMACIÓN DE ESFUERZO EN LOS PROCEDIMIENTOS DE
CODIFICACIÓN, EJECUCIÓN DE PRUEBAS, IMPLANTACIÓN DEL SUBPROCESO DE
CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN DE LA DIAN**

Autores:

Jairo Iván Ortega Peña

José Enrique Torres Herrada

Director:

José Fernando López Quintero

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS TECNOLOGÍAS E INGENIERÍA
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE TI**

Bogotá, 10 junio 2019

**INSTRUMENTO PARA LA ESTIMACIÓN DE ESFUERZO EN LOS PROCEDIMIENTOS DE
CODIFICACIÓN, EJECUCIÓN DE PRUEBAS, IMPLANTACIÓN DEL SUBPROCESO DE
CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN DE LA DIAN**

Autores:

Jairo Iván Ortega Peña

José Enrique Torres Herrada

Director:

José Fernando López Quintero

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS TECNOLOGÍAS E INGENIERÍA
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE TI**

Bogotá, 10 junio 2019

NOTA DE ACEPTACIÓN

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, para optar al título de Magister en Gestión de TI.

Mariano Esteban Romero Torres
Jurado 1

Javier Medina Cruz
Jurado 2

Bogotá D.C., ____ del mes octubre de 2019

DECLARACIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Los autores de la presente propuesta manifestamos que conocemos el contenido del Acuerdo 06 de 2008, Estatuto de Propiedad Intelectual de la UNAD, Artículo 39 referente a la cesión voluntaria y libre de los derechos de propiedad intelectual de los productos generados a partir de la presente propuesta. Asimismo, conocemos el contenido del Artículo 40 del mismo Acuerdo, relacionado con la autorización de uso del trabajo para fines de consulta y mención en los catálogos bibliográficos de la UNAD.

Firma: Jairo Iván Ortega Peña

Firma: José Enrique Torres Herrada

* Eliminar si es un único estudiante o incluir más opciones si son más de dos estudiantes

Firma _____

José Fernando López Quintero

El presente trabajo lo dedicamos principalmente a Dios, a nuestros padres y hermanos, por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo moral, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas. José Enrique Torres Herrada.

Dedico este trabajo a mi familia, en especial a mi padre y mi madre que están siempre presentes en los momentos más importantes de mi vida, a mi esposa quien fue un gran apoyo moral en todos los momentos críticos y principalmente a Dios, que siempre me acompaña.

Jairo Iván Ortega Peña

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros docentes de la Escuela de Maestría en Gestión de TI de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, por haber compartido sus conocimientos, de manera especial, al doctor José Fernando López Quintero, director de nuestro proyecto de investigación quien nos ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente, y a los doctores Mariano Esteban Romero Torres y Javier Moreno Cruz, quienes por su valioso aporte para nuestra investigación, han colaborado en la terminación del mismo.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	17
1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	20
1.1 Descripción del Problema	20
1.2 Formulación del Problema	21
1.3 Formulación de Pregunta de Investigación	24
1.4 Objetivos	26
1.4.1 Objetivo General	26
1.4.2 Objetivos Específicos	26
1.5 Justificación	27
1.6 Delimitación	29
2 MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO	31
2.1 Procedimientos de Construcción de Sistemas de Información	32
2.1.1 Fase o Disciplina de Pruebas	32
2.1.2 Fase de Codificación	33
2.1.3 Fase o Disciplina de Implementación	34
2.2 Métricas del Proceso de Desarrollo de Software	34
2.2.1 Puntos de Función (PF)	36
2.2.2 Modelo COCOMO	48
3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	51
3.1 Tipo de Investigación	51
3.2 Método de Investigación	51
3.3 Diseño de la Investigación	52
3.4 Articulación con modalidades y líneas investigación Maestría en Gestión de TI	52
4 PROPUESTA DE INSTRUMENTO DE ESTIMACIÓN DEL ESFUERZO	54

4.1	Propuesta Instrumento de Estimación de Esfuerzo Procedimiento Codificación	54
4.1.1	Descripción del Procedimiento de Codificación	54
4.1.2	Inventario de entregables de Entrada al Procedimiento de Codificación	55
4.1.3	Inventario de entregables Salida del Procedimiento de Codificación	56
4.1.4	Actividades Procedimiento de Codificación	56
4.1.5	Evidencias de Pruebas de Codificación	57
4.1.6	Mapa de despliegue	57
4.1.7	Control de Versión y Cambios FT-SI-2180	57
4.1.8	SIE y/o Funcionalidad desplegada en ambiente de pruebas	57
4.1.9	Evaluación de marcos procedimentales formalmente aceptados	58
4.1.10	Definir criterios que permitan determinar el grado de complejidad	62
4.2	Propuesta de Instrumento de Estimación de Esfuerzo Procedimiento de Pruebas	64
4.2.1	Definición del Procedimiento de Ejecución De Pruebas	64
4.2.2	Inventario de entregables de Entrada a Procedimiento de Ejecución de Pruebas	66
4.2.3	Inventario de entregables de Salida del Procedimiento de Ejecución de Pruebas	67
4.2.4	Entregables de Salida de Ejecución de Pruebas	68
4.2.5	Evaluación de marcos procedimentales	69
4.2.6	Definir criterios que permitan determinar el grado de complejidad de cada actividad	76
4.3	Propuesta de Instrumento de Estimación de Esfuerzo Procedimiento de Implantación	79
4.3.1	Descripción del Procedimiento de Implantación de Sistemas de Información	79
4.3.2	Inventario de entregables de Entrada al Procedimiento de Implantación	81
4.3.3	Inventario de entregables de Salida del Procedimiento de Implantación	81
4.3.4	Cada entregable tendrá un árbol de actividades que lo componen	81

4.3.5	Evaluación de marcos procedimentales	82
5	EJECUCIÓN DE PRUEBA PILOTO DEL INSTRUMENTO DE ESTIMACIÓN DE ESFUERZO	92
5.1	Prueba Piloto Estimación Esfuerzo Procedimiento Codificación	92
5.1.1	Identificación Funcionalidades Estándar - implementa Software para los SI MUISCA	95
5.1.2	Mapeo Funcionalidad Estándar - implementa Software SI MUISCA con PF Estándar	95
5.1.3	Componentes Estándares de Software Sistemas MUISCA	96
5.1.4	Factores de Complejidad por Componente de Software Estándar para SI MUISCA	98
5.1.5	Ponderación de Complejidad para cada componente del estándar de Puntos de Función PF del estándar	99
5.1.6	Determinación del Nivel de Complejidad de los Componentes Estándares de Software de los Sistemas de Información MUISCA	100
5.1.7	Matriz de Ponderación Hora/Ingeniero para cada Funcionalidad Estándar que se Codifica para un SI MUISCA vs. Nivel de Complejidad	101
5.1.8	Cálculo de Estimación de Esfuerzo hora/ingeniero para codificación de cada funcionalidad estándar de software de los sistemas de información MUISCA	102
5.1.9	Prueba Piloto del Instrumento de Estimación de Esfuerzo Procedimiento de Ejecución de Codificación – Conversión de Puntos de Función PF a Cocomo II	115
5.2	Prueba Piloto Instrumento Estimación Esfuerzo Procedimiento Ejecución de Pruebas	117
5.2.1	Cálculo de Estimación de Esfuerzo hora/ingeniero para Ejecución Casos de Pruebas	117
5.2.2	Identificación Funcionalidades Estándares que implementa el Software para MUISCA	119
5.2.3	Mapeo Funcionalidades Estándares que implementa el Software para MUISCA con los Puntos de Función del Método Estándar PF	119
5.2.4	Determinación Nivel Complejidad Componentes Estándares del MUISCA	121
5.2.5	Matriz Ponderación por Funcionalidad Estándar MUISCA vs. Nivel de Complejidad	122
5.2.6	Cálculo Estimación Esfuerzo - pruebas por funcionalidad estándar del MUISCA	123

5.3	Prueba Piloto Instrumento Estimación Esfuerzo Procedimiento Implantación	136
5.3.1	Técnica Estimación EDT de Tres Puntos - Esfuerzo hora/ingeniero para Implantación	137
6	CONCLUSIONES	141
7	REFERENCIAS	143
8	BIBLIOGRAFIA	145
9	TRABAJOS CITADOS	149
10	ANEXOS	151
10.1	Anexo 1. Catálogo de Puntos de Función PF para la construcción de software para los sistemas de Información para la DIAN	151
10.2	Anexo 2. Criterios de Complejidad Componentes de Codificación	161
10.3	Anexo 3. Esfuerzo de Codificación para Cada Componente del Método de Puntos De Función PF	166
10.4	Anexo 4. Componentes del Método Estándar de Puntos de Función PF	170

TABLAS

Tabla 1 Factores Técnicos de Ajuste –Método COCOMO II	41
Tabla 2 Grado de Influencia de Factor Técnico	41
Tabla 3 Componentes Básico de Método de Puntos de Función PF.....	44
Tabla 4 Factores de Complejidad por Componentes Básicos Método de Puntos de Función PF.....	45
Tabla 5 Factor PF por Tipo de Componentes y Complejidad Método de Puntos de Función PF.....	46
Tabla 6 Estimación de Puntos de Función para el Desarrollo del Sistema.....	47
Tabla 7 Entregables de Entrada al Procedimiento de Codificación	55
Tabla 8 . Entregables Salida del Procedimiento de Codificación	56
Tabla 9 Actividades Procedimiento de Codificación	56
Tabla 10 Evidencias de Pruebas de Codificación.....	57
Tabla 11 Entregable de Procedimiento de Codificación - Mapa de Despliegue	57
Tabla 12 Entregable de Procedimiento de Codificación – Formato de Control de Versión y Cambios FT-SI-2180.....	57
Tabla 13 Entregable de Procedimiento de Codificación – Despliegue en Ambientes de Pruebas Técnicas y Funcionales.....	58
Tabla 14 Entregables de Entrada a Procedimiento de Ejecución de Pruebas.....	67
Tabla 15 Inventario de entregables de Salida del Procedimiento de Ejecución de Pruebas	67
Tabla 16 Entregable Procedimiento de Ejecución de Pruebas - Plan de pruebas diligenciado y firmado por las partes.....	68
Tabla 17 Entregable Procedimiento de Ejecución de Pruebas – Registros de Pruebas	68
Tabla 18 Entregable Procedimiento de Ejecución de Pruebas – Informe de Pruebas.....	68
Tabla 19 Entregable Procedimiento de Ejecución de Pruebas – Formato de Aceptación de Pruebas FT-SI-1851.....	68
Tabla 20 Factores de Complejidad de Ejecución de Pruebas	71
Tabla 21 Peso Factores de Complejidad Ejecución de Pruebas	72
Tabla 22 Cálculo de Puntos por Complejidad de Tipo de Caso de Prueba.....	72
Tabla 23 Factores de Ajustes de Ejecución de Pruebas	72
Tabla 24 Peso de Factor de Ajuste por Nivel de Impacto de Ejecución de Pruebas	73
Tabla 25 Factores de Ajustes Ejecución de Pruebas	73
Tabla 26 Peso de Factor de Ajuste de Ejecución de Pruebas.....	74

Tabla 27 Factor de ajuste por Complejidad de Tipo de Casos de Pruebas	74
Tabla 28 Factor de Ajuste por Tipo de Pruebas	75
Tabla 29 Otras Actividades de Ejecución de Pruebas	75
Tabla 30 Inventario de Entregables de Entrada al Procedimiento de Implantación	81
Tabla 31 Inventario de entregables de Salida del Procedimiento de Implantación	81
Tabla 32 Actividad de Implantación – Presentación Solicitud a Comité de Cambios	82
Tabla 33 Actividad de Implantación – Actualización Mapa de Despliegue.....	82
Tabla 34 Actividad del Procedimiento de Implantación	84
Tabla 35 Puntos Función, los sistemas están divididos en cinco componentes básicos	95
Tabla 36 Mapeo funcionalidades estándares SI MUISCA con PF del método de Puntos de Función.....	96
Tabla 37 Artefactos comunes de codificación sistemas MUISCA	98
Tabla 38 Factores de Complejidad por Componente de Software Estándar para Sistemas de Información MUISCA	99
Tabla 39 Estimación de Esfuerzo por Nivel de Complejidad para cada componente Muisca que conforma cada Tipo del Estándar del Método PF	100
Tabla 40 Niveles de Complejidad de Cada Componente y determinación del factor de ponderación.....	101
Tabla 41 Niveles de Complejidad	101
Tabla 42 Ponderación Combinada para Tipo de Componente vs. Nivel de Complejidad	102
Tabla 43 Esfuerzo hora/ingeniero para Tipo de Componente vs. Nivel de Complejidad	104
Tabla 44 Esfuerzo hora/ingeniero No Ajustada para Tipo de Componente vs. Nivel de Complejidad	106
Tabla 45 Factores Técnicos de Ajuste Esfuerzo Codificación	106
Tabla 46- Grados de influencia Factores Técnicos de Ajuste de Codificación	107
Tabla 47 Factores Técnicos de Ajuste FT.....	107
Tabla 48 Factores de Entorno y de Equipo FEE.....	108
Tabla 49 Calificación Factores de Entorno y de Equipo FEE.....	109
Tabla 50 Suma Calificación Factores de Entorno y de Equipo FEE.....	110
Tabla 51 Esfuerzo hora/ingeniero Ajustada para Tipo de Componente vs. Nivel de Complejidad	112
Tabla 52 Esfuerzo Total Estimados Horas Hombre para el Desarrollo de Sistema de Información MUISCA	113
Tabla 53 Esfuerzo Horas Hombre Total Estimados para Codificación de Sistema de Información MUISCA RET-ESAL.....	114

Tabla 54 Factor de Conversión de Líneas de Código por Punto de Función propuesta por ISBSG (International Software Benchmarking Standards Group).	116
Tabla 55 Ecuaciones Modelo de Estimación Cocomo	116
Tabla 56 Estimación Esfuerzo Desarrollo SIE RET-ESAL en Modelo de Estimación COCOMO	117
Tabla 57 Puntos Función, los sistemas están divididos en cinco componentes básicos	119
Tabla 58 Mapeo funcionalidades estándares SI MUISCA con PF del método de Puntos de Función.....	120
Tabla 59 Niveles de Complejidad de Cada Componente y determinación del factor de ponderación.....	121
Tabla 60 Niveles de Complejidad de Cada Componente y determinación del factor de ponderación.....	122
Tabla 61 Niveles de Complejidad	122
Tabla 62 Ponderación Combinada para Tipo de Componente vs. Nivel de Complejidad	123
Tabla 63 Esfuerzo hora/ingeniero para Tipo de Componente vs. Nivel de Complejidad	125
Tabla 64 Esfuerzo hora/ingeniero No Ajustada para Tipo de Componente vs. Nivel de Complejidad....	127
Tabla 65 Factores Ajustes Técnicos Ejecución de Pruebas	127
Tabla 66 Grados de influencia Factores técnicos Ejecución de Pruebas	128
Tabla 67 Cálculo de Factor de Ajuste Técnicos FT.....	128
Tabla 68 Factores de Entorno y de Equipo FEE.....	129
Tabla 69 Calificación Factores de Entorno y de Equipo FEE.....	130
Tabla 70 Suma Calificación Factores de Entorno y de Equipo FEE.....	131
Tabla 71 Esfuerzo hora/ingeniero Ajustada para Tipo de Componente vs. Nivel de Complejidad	133
Tabla 72 Esfuerzo hora/ingeniero Ajustada para Tipo de Componente vs. Nivel de Complejidad	134
Tabla 73 Esfuerzo Total Estimados Horas Hombre para el Desarrollo de Sistema de Información MUISCA	135
Tabla 74 Factores de Ajuste por Tipo de Pruebas.....	135
Tabla 75 Esfuerzo Total Estimados Horas Hombre para la Implantación de Sistema de Información MUISCA RET-ESAL.....	139
Tabla 76 Esfuerzo Total Estimados Horas Hombre de Codificación, Ejecución de Pruebas e Implantación para el Desarrollo de Sistema de Información MUISCA RET-ESAL.....	140

FORMULAS

Ecuación 1 Valor de Factor de Ajuste Técnico	42
Ecuación 2 Cálculo de Factor de Ajuste Técnico	46
Ecuación 3 Cálculo de Número de Meses Hombre COCCOMO BÁSICO	49
Ecuación 4 Tiempo de Desarrollo de un proyecto expresado en meses COCOMO BÁSICO	49
Ecuación 5 Cálculo de Número de Meses Hombre COCCOMO INTERMEDIO	49
Ecuación 6 Tiempo de Desarrollo de un proyecto expresado en meses COCOMO INTERMEDIO	50
Ecuación 7 Esfuerzo Horas Hombre Codificación Requerimiento Funcional	104
Ecuación 8 Cálculo de Factor de Ajuste de Complejidad Técnica Codificación	108
Ecuación 9 Conversión de Puntos de Función a Líneas de Código	117
Ecuación 10 Cálculo de Líneas de Código de Producto	117
Ecuación 11 Esfuerzo Horas Hombre Estimadas para Requerimiento Funcional para un Sistema de Información MUISCA	125
Ecuación 12 Factor de Complejidad Técnica Ejecución de Pruebas	129
Ecuación 13 Cálculo de Factor Ambiental	131

ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Árbol de Problemas	22
Ilustración 2 Diagrama de procesos de uso del método CEPF	61
Ilustración 3 Propuesta de Método de Estimación de Esfuerzo Codificación.....	64
Ilustración 4 Método Propuesto de Estimación de Esfuerzo de Ejecución de Pruebas.....	79
Ilustración 5 Estimación de Tres Puntos – Basada en Promedio Simple de Distribución Triangular.....	86
Ilustración 6. Método Propuesto de Estimación Esfuerzo Implantación SI	91

RESUMEN

La planificación es una de las etapas más importantes en el desarrollo de cualquier proyecto de construcción de software, etapa que comprende actividades de estimación y asignación de recursos.

Actualmente en los proyectos de desarrollo de software se ejecutan actividades de estimación, normalmente en cuanto a tiempos y costos de productos requeridos. De acuerdo con las investigaciones realizadas, existen estudios, propuestas y experiencias de técnicas útiles respecto a la estimación del esfuerzo para las fases del ciclo de vida de la producción de software, las cuales se tuvieron en cuenta en el proyecto a desarrollar, que permitió crear una aproximación a la estimación del esfuerzo y a su vez, sirvió como una guía para una buena ingeniería del software.

En desarrollo de este trabajo se identificaron, revisaron y describieron las metodologías de estimación de esfuerzo aceptadas como mejores prácticas dentro de la industria de desarrollo de software y la academia. Dado que la mayoría de los marcos metodológicos se centran en la estimación de esfuerzo para la fase de codificación en el ciclo de vida, nuestra propuesta se enfocó en definir de manera particular un marco de referencia de estimación del esfuerzo para cada uno de los procedimientos del subproceso de construcción, los cuales están basados en la arquitectura de software definida para los sistemas de información de la DIAN. Se evaluó si es pertinente o no considerar los datos históricos. Finalmente, se definió y ejecutó una prueba piloto de la estimación para cada uno de los procedimientos de construcción de software, con el propósito de evidenciar que la propuesta de instrumento es útil para la estimación de esfuerzo en los procedimientos de codificación, ejecución de pruebas, e implantación del subproceso de construcción de sistemas de información en la DIAN.

El enfoque dado a este proyecto, incluyó la parte táctica y estratégica, así como la utilización del instrumento de estimación propuesto para los procedimientos de codificación, ejecución de pruebas e implantación del subproceso de construcción de sistemas de información, que le permitirá a la DIAN generar información para la toma de decisiones y la optimización de recursos, lo cual es de gran importancia para el subproceso de construcción de software.

INTRODUCCION

La Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales - DIAN, tiene como fin primordial coadyuvar a garantizar la seguridad fiscal del Estado colombiano y la protección del orden público económico nacional, mediante la administración y control al debido cumplimiento de las obligaciones tributarias, aduaneras y cambiarias (DIAN, 2014).

Es claro que la DIAN ha venido evolucionando en cuanto su funcionamiento y su tamaño, teniendo en cuenta que inicialmente se constituyó como Unidad Administrativa Especial, después se fusionó con la Dirección de Impuestos Nacionales (DIN) y más tarde con la Dirección de Aduanas Nacionales (DAN), constituyéndose en lo que hoy se denomina como Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN, 2014).

En este sentido, tanto la operación como los controles han tenido que evolucionar y por consiguiente se ha constituido en una organización que debe ir totalmente al mismo ritmo de la tecnología, teniendo como base los conceptos de calidad, tanto de la información como del servicio a prestar a la ciudadanía.

Al interior de la DIAN, en el sistema de Gestión de Calidad, se tiene establecido unos procedimientos para el subproceso de construcción de sistemas de información o SIEs (Sistema Informático Electrónico) que soportan los procesos misionales y de apoyo de la Entidad, no obstante lo anterior, el desarrollo y mantenimiento, tanto correctivo como evolutivo de software no cuenta con mecanismos que permitan estimar el esfuerzo de tiempo de dedicación de los ingenieros de manera confiable, haciendo que, normalmente, los proyectos se dilaten en el tiempo y se pierda la oportunidad necesaria y requerida por las áreas misionales de gestión, lo que se traduce en la baja confianza del área misional al área técnica.

Es importante conocer los procedimientos establecidos en la Entidad para cubrir con las necesidades de tecnología, que corresponden a un gran porcentaje del presupuesto para el esfuerzo de desarrollo y mantenimiento de software.

El trabajo desarrollado revisa marcos procedimentales, formalmente aceptados según el entorno de la DIAN, para los procedimientos relativos a las fases de codificación, ejecución de pruebas e implantación de los sistemas de información.

En este contexto, el resultado de este trabajo en general, es definir una propuesta metodológica, que se utilice como instrumento para la estimación del esfuerzo en los procedimientos del subproceso de construcción de sistemas de información, del proceso que se denomina Servicios Informáticos de la DIAN.

Se espera llegar a la definición de una propuesta metodológica basada en un instrumento de medición, para la estimación del esfuerzo en los procedimientos del subproceso de construcción de sistemas de información, del proceso Servicios Informáticos de la DIAN, específicamente en lo que tiene que ver con las fases de codificación, pruebas e implantación de los proyectos de desarrollo de sistemas de información.

El modelo al que se quiere llegar tiene como objetivo realizar la Estimación del Esfuerzo, medido en cantidad de horas ingeniero, que se requiere para llevar a cabo los proyectos de desarrollo de sistemas información electrónico SIEs, en sus fases de codificación, pruebas e implantación de manera eficiente.

En el desarrollo del presente proyecto se identifica y realiza la evaluación de marcos procedimentales para la estimación de esfuerzo, formalmente aceptados como mejores prácticas para la definición de criterios y se acogieron los que más se ajustaron, para los procedimientos de codificación, ejecución de pruebas y de implantación.

A continuación, se define la propuesta de instrumento para la estimación del esfuerzo en los procedimientos de codificación, ejecución de pruebas, y de implantación del subproceso de construcción de software en la DIAN.

Finalmente, se realiza una prueba piloto de la ejecución del instrumento propuesto para la estimación del esfuerzo en los procedimientos de codificación, ejecución de pruebas, y de implantación y se concluye que esta herramienta genera valor, tanto al interior de la Organización DIAN, como a la ciudadanía en general, al contar con las herramientas de software oportunamente,

en cumplimiento de su misión de administración y control del cumplimiento de las obligaciones tributarias, aduaneras y cambiarias por los contribuyentes, usuarios aduaneros, y ciudadanía en general.

1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción del Problema

Al interior de la DIAN, en el sistema de Gestión de Calidad, se tienen establecidos procedimientos para el subproceso de construcción de sistemas de información electrónico SIE (Sistema Informático Electrónico) que soportan los procesos estratégicos, misionales y de apoyo de la Entidad. No obstante, lo anterior, el desarrollo y mantenimiento, tanto correctivo como evolutivo, de software no cuenta con mecanismos que permitan estimar el esfuerzo de tiempo de dedicación de los ingenieros. En razón de lo anterior, en la mayoría de proyectos de desarrollo de software se presentan incumplimientos en los despliegues de los sistemas en los ambientes de producción, con consecuencias negativas para las áreas de negocio y los contribuyentes, afectando de manera directa el logro de objetivos de la DIAN y por consiguiente del Estado colombiano, lo que se traduce en la baja confianza del área usuaria en el área técnica.

Para la Subdirección de Gestión de Tecnologías de Información y Telecomunicaciones de la DIAN, y en especial para la Coordinación de Desarrollo de Sistemas de Información, es importante contar con herramientas y métricas que le permitan estimar el esfuerzo necesario de construcción de sistemas de información.

Dado que, en la planeación de proyectos de construcción del software para los sistemas de información, una de las primeras actividades es la entrega de cronogramas, se requiere estimar el esfuerzo necesario de horas de dedicación de ingenieros para cada uno de los procedimientos, para la asignación de personas al proyecto, que más se aproximan a la realidad.

En este contexto, el resultado de este trabajo es definir las actividades y sus métricas para la estimación del esfuerzo en los procedimientos del subproceso de construcción de sistemas de información que hace parte del proceso Servicios Informáticos de la DIAN. Los procedimientos del subproceso de construcción de sistemas de información son: Especificación de Requerimientos, Análisis y Diseño, Codificación, Ejecución de Pruebas e Implantación de sistemas de información.

En desarrollo de este trabajo se identificarán, revisarán y describirán las metodologías de estimación de esfuerzo aceptadas como mejores prácticas dentro de la industria de desarrollo de software y la academia, para los procedimientos de Codificación, Ejecución de pruebas e Implementación.

Como un referente externo, podemos mencionar que la mayoría de los marcos metodológicos se centran en la estimación de esfuerzo para la fase o procedimiento de codificación del ciclo de vida de desarrollo de sistemas de información, para lo cual es comúnmente utilizada la metodología COCOMO, que entre otras características, se centra en las líneas de código utilizadas para el desarrollo del software.

1.2 Formulación del Problema

Debido a que la DIAN no cuenta con las herramientas y métricas para estimar el esfuerzo necesario de los proyectos de construcción de sistemas de información (SIE's), así como para las tareas de evolución, mantenimiento y soporte de software que se realizan en la DIAN; estos procesos se dilatan en el tiempo requiriendo mayor número de horas de dedicación y de ingenieros, presentándose una gran brecha entre los tiempos estimados y los tiempos planeados. En razón de lo anterior, en la mayoría de proyectos de desarrollo de software; se presentan incumplimientos en los despliegues de los sistemas en los ambientes de producción, con consecuencias negativas para las áreas de negocio y los contribuyentes, afectando de manera directa el logro de objetivos de la DIAN y por consiguiente del Estado colombiano.

Lo anterior es producto del análisis realizado mediante el método del árbol o técnica del árbol de problemas, el cual corresponde a una herramienta que nos permitió mapear o diagramar el problema. La estructura del árbol de problemas desarrollado es:

- En las raíces se encuentran las causas del problema
- El tronco representa el problema principal
- En las hojas y ramas están los efectos o consecuencias

Esta es una forma de representar el problema logrando de un vistazo entender qué es lo que está ocurriendo (problema principal), por qué está ocurriendo (causas) y que es lo que esto está

ocasionando (los efectos o consecuencias), lo que nos permite contar con alternativas en la solución de la problemática descrita.

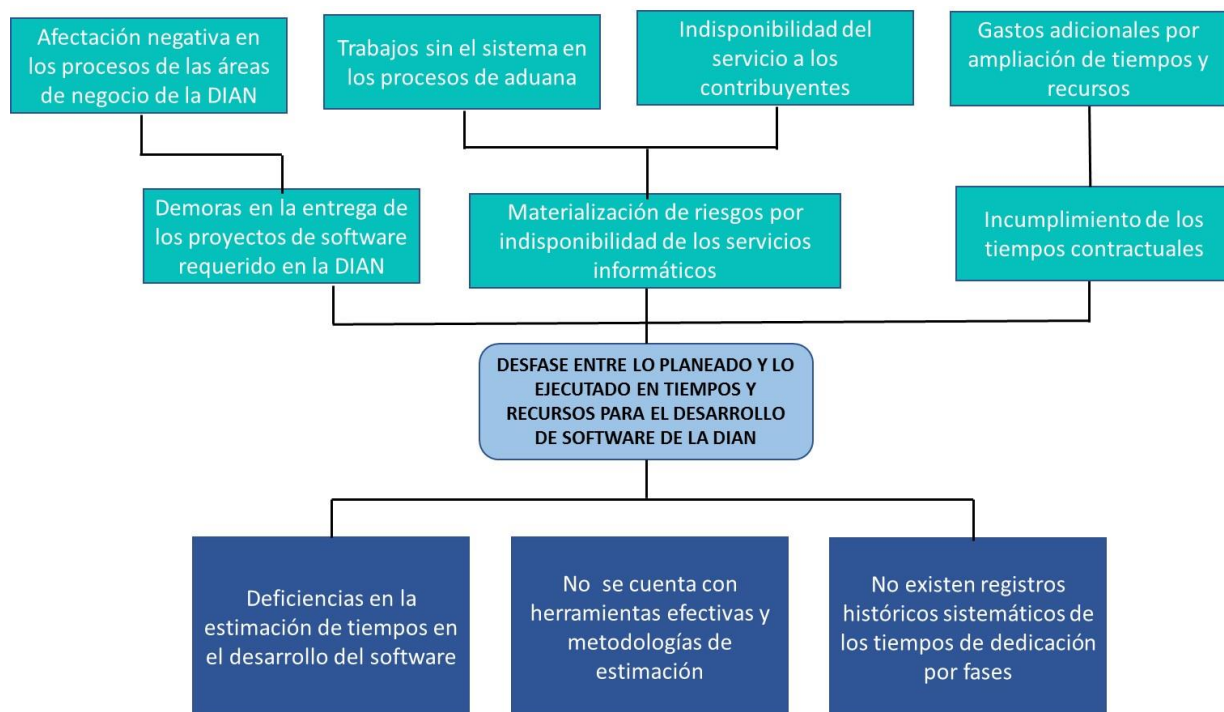


Ilustración 1 Árbol de Problemas

Los indicadores que se ven impactados negativamente por esta problemática son:

- Mayor número de incidentes reportados por soluciones desplegadas en el ambiente de producción tardíamente.
- Aumento del número de solicitudes de software atendidas incumpliendo los tiempos de entrega planeados.
- Deficiencias en la capacidad operativa de la Entidad en razón que no se despliega en producción los sistemas de información en los tiempos planeados, dificultando a los funcionarios atender los requerimientos de los contribuyentes.

El problema principal que justifica el desarrollo de una metodología para estimar el esfuerzo en las fases definidas por la DIAN del proceso de desarrollo de sistemas de información, consiste en el desfase entre lo planeado y lo ejecutado en tiempos y recursos que actualmente se presenta en el desarrollo, tanto de sistemas de información nuevos como de actualización o mejoras de funcionalidades de programas existentes.

Como se puede observar en el árbol de problemas presentado, la raíz muestra las causas que conllevan a dicho problema, dentro de las cuales se mencionan tres, que resumen el contexto de la problemática.

1. Las deficiencias en la estimación de tiempos en el desarrollo de software, se manifiesta en la dificultad de definirlos junto con sus recursos, cuando se hace necesario proyectar un programa de cualquier magnitud y dificultad.
2. Así mismo, actualmente la DIAN no cuenta con herramientas efectivas ni metodologías de estimación que coadyuven con la definición de estimación del esfuerzo en todas las fases de desarrollo que ha definido la DIAN.
3. Por último, el problema se hace difícil abordarlo, debido a que en la actualidad no se tienen registros históricos sistemáticos de tiempos de dedicación por cada una de las fases de desarrollo que la DIAN ha definido para sus proyectos de software. Esto es muy importante en razón a que a medida que se va madurando la ejecución del proyecto de estimación del esfuerzo, se irán guardando las experiencias y los registros que van sucediendo, los cuales servirán como insumo para la metodología planteada.

Los efectos o consecuencias que se encuentran en las hojas y ramas del árbol de problemas, corresponden tanto a situaciones presentadas como a riesgos que se pueden materializar y que resumimos en los siguientes siete aspectos:

1. La demora en la entrega de los proyectos de software que la DIAN requiere constantemente, es un problema cotidiano que se refleja en la dificultad de planear con precisión cualquier tipo de solución informática que se requiera.
2. La indisponibilidad de los servicios informáticos corresponde a un riesgo planteado en la matriz de riesgos de la DIAN, que constantemente se materializa, precisamente por incumplimientos o desfases entre la planeación que se definió para un desarrollo y las demoras en tiempo, ocurridas en cada fase del ciclo de vida del sistema.
3. Como adicional a lo anterior, frecuentemente se presenta incumplimiento de lo definido en los términos de referencia de contratos de desarrollo de software, debido a que los tiempos que se proyectaron no son lo suficientemente precisos.

4. Cuando ocurren problemas en el cumplimiento de la entrega del software requerido en la DIAN, los directamente afectados son las áreas de negocio de la entidad, dado que los desarrollos normalmente van dirigidos a la solución de problemas que se presentan en procesos misionales o de apoyo.
5. Uno de los mayores riesgos detectados corresponde a la indisponibilidad del servicio de los aplicativos que apoyan el proceso de Aduanas en los diferentes puertos del país, los cuales se pueden materializar si los requerimientos no son atendidos con el software requerido y en los tiempos estipulados para la solución de lo que se solicita.
6. Otro riesgo importante es la indisponibilidad del servicio a los contribuyentes, por no contar con la funcionalidad que ofrece la DIAN, ocasionado esto por la no entrega a tiempo de lo requerido.
7. Por último, en cualquiera de los efectos o consecuencias planteadas, se presentarán gastos adicionales por la ampliación de tiempos y recursos en las fases dispuestas por la DIAN para el desarrollo de sistemas de información o funcionalidades de los mismos, más aún cuando esto puede ocurrir en la fábrica de desarrollo de la DIAN o en contratos con terceros.

Para la Subdirección de Gestión de Tecnologías de Información y Telecomunicaciones de la DIAN, y en especial para la Coordinación de Desarrollo de Sistemas de Información, en la planeación, una de las primeras actividades es la entrega de cronogramas, razón por la cual es importante contar con herramientas y métricas que le permitan estimar el esfuerzo –número de ingenieros y horas dedicados-, necesarios para la construcción de sistemas de información, asignando el número de ingenieros y el tiempo de dedicación en horas, que más se aproximen a la realidad, lo cual determina la gestión de recursos de ingenieros y tiempos de construcción más eficientemente.

1.3 Formulación de Pregunta de Investigación

Los procesos de gestión de proyectos de desarrollo de software normalmente comienzan realizando un conjunto de actividades que por lo general encajan dentro de los conceptos de planificación del proyecto.

Los procesos de gestión de proyectos de desarrollo de software incluyen actividades de estimación y asignación de recursos.

Aunque la estimación en algunas teorías y estudios es considerada más un arte que una ciencia, esta corresponde a una actividad relevante, a la cual se deben dedicar esfuerzos de alta significancia, más aún cuando en nuestro medio es una práctica inusual.

La estimación la lleva a cabo el gestor del proyecto. Esta actividad y la planificación temporal de un proyecto de software requiere de experiencia, buena información histórica y una buena técnica de estimación en la que se confíe plenamente por los resultados que arroje.

La falta de una herramienta de estimación del esfuerzo para la construcción de software para los sistemas de información en la DIAN afecta la gestión en las áreas misionales y de apoyo administrativo en la DIAN, al no disponer oportunamente del software que apoya el cumplimiento de las funciones de recaudación y fiscalización de tributos y los procesos aduaneros.

De otra parte, la falta de una herramienta de estimación del esfuerzo para la construcción de software para los sistemas de información en la DIAN, afecta a los contribuyentes, usuarios aduaneros y ciudadanía en general, al no disponer oportunamente del software que apoya el cumplimiento oportunamente de sus obligaciones tributarias y aduaneras con el Estado Colombiano.

En virtud, de las consideraciones expuestas anteriormente, formulamos la pregunta de investigación:

¿Proponer un instrumento de estimación de esfuerzo para los procedimientos de codificación, ejecución de pruebas, y de implantación, permitirá a la Coordinación de Desarrollo de Sistemas de Información, la entrega oportunamente en producción del software para los sistemas de información que soportan los procesos de las áreas de gestión de la DIAN, en cumplimiento de su misión de la administración y control al debido cumplimiento de las obligaciones tributarias, aduaneras y cambiarias?

De otra parte, ¿Proponer un instrumento de estimación de esfuerzo para los procedimientos de codificación, ejecución de pruebas, y de implantación, permitirá a la Coordinación de Desarrollo de Sistemas de Información, a los contribuyentes, usuarios aduaneros y ciudadanía en general; la utilización y aprovechamiento de herramientas informáticas para el cumplimiento voluntario y oportuno de sus obligaciones tributarias, aduaneras y/o cambiarias con el Estado Colombiano?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Definir un instrumento que contenga las actividades y métricas para la estimación de esfuerzo necesario (horas ingeniero y/o número de ingenieros) en los procedimientos de codificación, ejecución de pruebas e implantación del subproceso de construcción de sistemas de información, del proceso servicios informáticos que se encuentra documentado en el Sistema de Gestión de Calidad de la DIAN.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Formular una propuesta de instrumento para la estimación de esfuerzo necesario (horas ingeniero y/o número de ingenieros) para el procedimiento de codificación del proceso de desarrollo de sistemas de información, estableciendo las actividades, métricas y ejecución de una prueba piloto, que determine la estimación del esfuerzo para cumplir con los entregables de este procedimiento.
- Formular una propuesta de un instrumento para la estimación de esfuerzo necesario (horas ingeniero y/o número de ingenieros) para el procedimiento de ejecución de pruebas del proceso de desarrollo de sistemas de información, estableciendo las actividades, métricas y ejecución de una prueba piloto, que determine la estimación del esfuerzo para cumplir con los entregables de este procedimiento.
- Formular una propuesta de un instrumento para la estimación de esfuerzo necesario (horas ingeniero y/o número de ingenieros) para el procedimiento de implantación del proceso de desarrollo de sistemas de información, estableciendo las actividades, métricas y ejecución de

una prueba piloto, que determine la estimación del esfuerzo para cumplir con los entregables de este procedimiento.

1.5 Justificación

La DIAN, necesita contar de manera oportuna con herramientas informáticas para dar cumplimiento a su misión y visión, y servir como un vehículo del desarrollo del país. Así mismo, requiere contar con mecanismos de estimación de esfuerzo de horas dedicación que permita la eficiente asignación de ingenieros y en general profesionales vinculados al subproceso de construcción de sistemas de información.

Uno de los rubros de gastos más significativos de las entidades del Estado Colombiano, entre ellas la DIAN, corresponde a las compras que se realizan en bienes y servicios de tecnologías de información y comunicaciones, razón por la cual, así como en las adquisiciones de bienes conocemos y podemos estimar precios para componentes físicos y lógicos que requieren las áreas de tecnología, es necesario tener metodologías y herramientas que determinen cifras que conlleven a estimar el esfuerzo para el desarrollo de sistemas de información, teniendo en cuenta variables específicas en cada una de las fases del ciclo de vida del desarrollo de software.

En virtud de lo anterior, se requiere definir métodos de estimación de esfuerzo para la construcción de los artefactos de software que requieren los Sistemas Informáticos Electrónicos o SIE's, con el propósito que estos sean implementados en los ambientes productivos, oportunamente.

Para la Coordinación de Desarrollo de Sistemas de Información, adicional a lo anterior, es evidente que, si no se estima el esfuerzo hora ingeniero en cada una de las fases de desarrollo de software, se pueden presentar dificultades en la planeación y es posible que se dé un deficiente uso del talento humano con el que cuenta la DIAN.

Los indicadores que se pueden ver impactados positivamente con la implantación de la propuesta son:

- Disminución del número de incidentes reportados por soluciones desplegadas en el ambiente de producción oportunamente.
- Aumento del número de solicitudes de software atendidas por optimización de los tiempos de entrega.
- Aumento de la capacidad operativa de la Entidad ya que se proveerán sistemas de información en los tiempos planeados, que facilitan a los funcionarios atender los requerimientos de los contribuyentes.

Los sistemas de información para la DIAN actualmente son desarrollados con una planeación sin estimaciones de tiempo y recursos que permitan a la Coordinación de Desarrollo cumplir con los acuerdos de servicio (ANS) con las áreas de gestión misionales de fechas de entrega en producción de los mismos. Para las fases de desarrollo, pruebas e implantación se pretende:

- Reducir los tiempos de desfase entre las fechas de entrega acordadas en producción estimadas y acordadas con las áreas de gestión misional y la fecha real de despliegue en producción de los sistemas de información construidos para soportar los procesos misionales o de apoyo en cumplimiento de los acuerdos de servicios de fecha de entrega de los SI desplegados en producción oportunamente.
- Optimizar el proceso de gestión de TI, particularmente la programación del recurso de ingenieros asignados a los proyectos de desarrollo de sistemas de información.

En ejecución del trabajo de Maestría en Gestión de TI nos proponemos fortalecer la capacidad de identificar y explotar las oportunidades que ofrecen las tecnologías, servicios y productos de TI para la estimación del esfuerzo que tomaría el desarrollo del software para los sistemas de información que requieren las áreas de gestión misional de la DIAN en cumplimiento de sus funciones y misión, a la vez, de disponer para los contribuyentes y ciudadanos en general de herramientas informáticas para el cumplimiento de sus obligaciones tributarias, aduaneras y/o cambiarias con el Estado Colombiano.

De otra parte, con la definición de la propuesta del método o instrumento de estimación del esfuerzo de desarrollo del software para los sistemas de información en la DIAN, nos proponemos generar valor para la Coordinación de Desarrollo de Sistemas de Información, quién con la

utilización de esta herramienta puede cumplir los acuerdos de servicios ANS que establezca con las áreas de gestión misionales, especialmente, con la entrega oportunamente o dentro de las fechas estimadas, el despliegue en producción e implantación del software construido.

También, con la definición de la propuesta del método o instrumento de estimación del esfuerzo de desarrollo del software para los sistemas de información en la DIAN, la Coordinación de Desarrollo de Sistemas de Información, podrá optimizar la asignación de ingenieros a los proyectos de desarrollo de software, y poder adquirir compromisos con las áreas de gestión misionales de la DIAN de acuerdo a la capacidad del personal de ingenieros que tiene asignados y de otra forma evaluar si requiere de acometer procesos de contratación de ingenieros o de desarrollo externos. La herramienta al estimar el esfuerzo de las iniciativas de desarrollo de software proveerá información para la determinación del costo y los tiempos para los procesos de contratación a acometer.

De otra parte, la propuesta del método o instrumento de estimación del esfuerzo de desarrollo del software para los sistemas de información en la DIAN. Deberá contribuir a la mejora continua del proceso de desarrollo de software al interior de la Coordinación de Desarrollo de Sistemas de Información, particularmente la entrega oportunamente en producción del software requerido por las áreas misionales; de otra parte, la calidad de los productos disminuyendo el número de incidentes de bugs en producción.

1.6 Delimitación

La situación actual del proceso de desarrollo de sistemas de información en la División de Impuestos y Aduanas Nacionales – DIAN, corresponde a una serie de metodologías que se enfocan en la producción de software, a partir de unos requerimientos funcionales y técnicos que conllevan a la solución de problemas y/o automatización de procesos que normalmente son misionales para la entidad.

Se identifican en este proceso factores relacionados como las áreas usuarias, fábricas de software, desarrolladores de software de la DIAN y principalmente los ciudadanos que deben utilizar los sistemas de información para dar cumplimiento a las obligaciones tributarias y de procesos de importación de mercancías.

El propósito principal del actual proyecto es continuar con los procesos de desarrollo de software, tal como actualmente lo hace la DIAN, pero adicionando una metodología acompañada por su respectiva herramienta, que permita medir el esfuerzo que se utiliza para cada una de las fases que integran el ciclo de vida de desarrollo y generar valores que tengan que ver con recursos y costos, que se determinen estrictamente necesarios para cada uno de los proyectos que se realicen.

En este sentido, el proyecto cubre las fases de codificación, pruebas e implementación de software, con su respectivo análisis y estimación del esfuerzo en los procedimientos de codificación, ejecución de pruebas, implantación del subproceso de construcción de sistemas de información de la DIAN.

Es importante tener en cuenta que dentro del proceso de desarrollo de software, se dan proyectos que los ejecutan proveedores externos que en su mayoría son fábricas de software, los cuales aplican metodologías de costos y recursos propias, en la que no aplicaría esta metodología en su totalidad.

2 MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO

Los procesos de gestión de proyectos de desarrollo de software normalmente comienzan ejecutando un conjunto de actividades que generalmente encajan dentro de los conceptos de planificación del proyecto.

La planificación es una de las etapas más importantes en el desarrollo de cualquier proyecto, incluyendo los proyectos de software, esta etapa comprende, tanto actividades de estimación y asignación de recursos, como la estimación del esfuerzo o estimación del recurso humano (Ingenieros asignados a la fábrica de software), aspecto que corresponde al objetivo de la presente propuesta.

Aunque la estimación en algunas teorías y estudios es considerada más un arte que una ciencia, esta corresponde a una actividad relevante, a la cual se deben dedicar esfuerzos de alta significancia, más aún cuando en nuestro medio es una práctica inusual.

La estimación la lleva a cabo el gestor del proyecto. La estimación y planificación temporal de un proyecto de construcción de software requiere de experiencia, buena información histórica, o una buena técnica de estimación en la que se confíe plenamente por los resultados que arroje.

Actualmente en los proyectos de desarrollo de software se ejecutan actividades para la planeación de costos y de tiempos, que conllevan a valorar proyectos de software, normalmente en cuanto a productos requeridos. De acuerdo con las investigaciones realizadas, existen estudios, propuestas y experiencias de técnicas útiles respecto a la estimación del esfuerzo para valorar las fases del ciclo de vida de la producción de software, las cuales se tendrán en cuenta en el proyecto a desarrollar, lo que permitirá crear una aproximación a la estimación del esfuerzo y a su vez, servirá como una guía para una buena ingeniería del software.

A continuación, presentaremos una revisión del conjunto de conocimientos, técnicas y metodologías existentes para desarrollar el proyecto, las cuales contribuirán a la solución o al desarrollo de la propuesta de herramienta para la estimación del esfuerzo en los procedimientos de codificación, pruebas e implantación del subproceso de construcción de sistemas de información de la DIAN.

2.1 Procedimientos de Construcción de Sistemas de Información

Se debe entender como un conjunto coherente de políticas, estructuras organizativas, tecnologías, procedimientos y artefactos que se necesitan para concebir, implantar y mantener un producto de software.

El propósito de esta parte del trabajo es definir las distintas fases intermedias que se requieren para validar el desarrollo de la aplicación, es decir, para garantizar que el software cumpla los requisitos para la aplicación y verificación de los procedimientos de desarrollo y asegurar que los métodos utilizados sean apropiados.

El proyecto en esta parte del trabajo se enfoca en definir los procedimientos o fases relativas a Codificación, Pruebas e Implantación.

2.1.1 Fase o Disciplina de Pruebas

Esta fase se realiza teniendo en cuenta las siguientes actividades:

- Gestionar las pruebas del software, iniciado en una fase temprana del proceso de desarrollo del software.
- Establecer los documentos de requerimientos, de análisis y diseño, y de implementación mínimos necesarios para definir el plan y set de pruebas.
- Establecer la realización de pruebas de funcionales, de carga, de estrés, de seguridad, de regresión.
- Ejecutar pruebas de flujos de información completa de los servicios-aplicaciones, que comprenda todos los sistemas con los cuales se tenga dependencias.
- Definir planes de pruebas para cada uno de los servicios-aplicaciones de la Entidad.
- Definir set de pruebas para cada uno de los servicios-aplicaciones de la Entidad.
- Gestionar la configuración de herramientas de gestión y ejecución de pruebas.
- Gestionar la configuración de los ambientes de pruebas.
- Automatizar pruebas.
- Ejecutar y registrar los resultados de las pruebas del software.
- Elaborar y comunicar los informes de pruebas.

- Gestionar la ejecución de pruebas de aceptación del software y obtener el documento de aceptación.
- Realizar todos los artefactos y documentos que sean productos de esta disciplina.
- Publicar y socializar los artefactos y documentos que sean productos de esta disciplina.
- Utilizar metodologías de documentación y herramientas uniformes.
- Realizar talleres y cursos de entrenamiento relacionados con tipos, técnicas y herramientas de pruebas de software.
- Definir, documentar y establecer protocolos para la gestión de pruebas por parte de Entidades Externas de los servicios web –servicios de intercambio de información- que provee la Entidad.
- Definir y establecer el procedimiento de paso de ambiente de implementación a ambientes de pruebas de software.
- Definir y establecer el procedimiento que facilite disponer datos del ambiente de producción en el ambiente de pruebas.
- Realizar y mantener actualizado los mapas o diagramas de despliegue de los servicios-aplicaciones en los ambientes de pruebas.

2.1.2 Fase de Codificación

Una vez que los algoritmos de una aplicación han sido diseñados, ya se puede iniciar la fase de codificación. En esta etapa la DIAN tiene que traducir dichos algoritmos a un lenguaje de programación específico; es decir, las acciones definidas en los algoritmos hay que convertirlas a instrucciones. Para codificar un algoritmo hay que conocer la sintaxis del lenguaje al que se va a traducir.

Se ejecutan las siguientes actividades:

- Definir el lenguaje de programación y las herramientas a utilizar
- Elaborar un pseudocódigo
- Crear el código fuente del programa
- Realizar pruebas de unidad
- Escribir descripciones de Casos de Uso
- Identificar grupo de objetos que se realizan en cada escenario.

- Actualizar diagramas de clase (Dominio).
- Elaborar Diagrama de secuencias.
- Utilizar métodos para la Depuración

2.1.3 Fase o Disciplina de Implementación

Esta fase realiza las siguientes actividades:

- Establecer y utilizar estándares de programación para la implementación de los servicios-aplicaciones de la Entidad.
- Conocer los lenguajes de programación de implementación de los servicios-aplicaciones de la Entidad.
- Realizar todos los artefactos y documentos que sean productos de esta disciplina.
- Publicar y socializar los artefactos y documentos que sean productos de esta disciplina.
- Utilizar metodologías de documentación y herramientas uniformes.
- Documentar el código fuente de los servicios-aplicaciones implementados.
- Ejecutar y documentar pruebas de desarrollador.
- Realizar talleres y cursos de entrenamientos a profesionales de implementación en lenguajes y técnicas de programación de software.
- Realizar y mantener actualizado los mapas o diagramas de despliegue de los servicios-aplicaciones en los ambientes de pruebas.
- Establecer políticas de versionamiento de código.

2.2 Métricas del Proceso de Desarrollo de Software

El proceso de desarrollo de software tiene como propósito principal la producción eficaz y eficiente de un producto software que reúna los requisitos del cliente. En el campo de la ingeniería del software una métrica es cualquier medida o conjunto de medidas destinadas a conocer o estimar el tamaño u otra característica de un software o un sistema de información, generalmente para realizar comparativas o para la planificación de proyectos de desarrollo.

El propósito de esta parte del trabajo fue investigar y conocer metodologías para la obtención de métricas de software, entre otras, COCOMO, modelo matemático de base empírica

utilizado para estimación de costos de software. Incluye tres submodelos, cada uno ofrece un nivel de detalle y aproximación, cada vez mayor, a medida que avanza el proceso de desarrollo del software: básico, intermedio y detallado. (Boehm B.W., 1995).

Otra metodología a tener en cuenta tiene que ver con un método planteado por Alan Albrecht en IBM en 1979, que se define como la medición del tamaño del software mediante la cuantificación de la funcionalidad proporcionada para el usuario, basada sólo en diseño lógico y las especificaciones funcionales. Mide la funcionalidad que el usuario solicita y recibe, y permite calcular el desarrollo del software, los tipos y el tamaño de este, independiente de la tecnología a utilizar. Al final se proporciona una medida de normalización a través de proyectos y organizaciones (Garmus & Herron, 2000).

Adicionalmente se puede considerar el método de componentes estándares (también conocido como PROBE —Proxy- Based Estimating), el cual es utilizado para determinar el tamaño del software. Se basa en la idea de que un software es la unión de un conjunto de componentes estándares y que en un nuevo proyecto se van a construir elementos de las mismas características a los realizados en forma previa, por tanto, el esfuerzo que se hizo en el pasado para desarrollarlos es el mismo que se hará en el futuro (Schoedel, 2006).

Otro a tener en cuenta es el método RESC (Raw Estimation Based on Standard Components), que utiliza una combinación de Componentes Estándares (PROBE) y Puntos de Función (PF); también se usa para determinar el tamaño del software. Este método esgrime los Puntos de Función como una unidad de medida de esfuerzo del equipo de desarrollo durante todo el ciclo de vida del proyecto y para las empresas reutilizar los componentes estándares que construyeron en proyectos previos, para los nuevos proyectos (Pressman, 2002).

La metodología DELPHI presenta como ventaja el concepto de recoger la opinión experta sobre el proyecto actual basada en experiencias anteriores difíciles de evaluar por otros medios. El principal inconveniente se encuentra en la subjetividad o inexperiencia de las personas elegidas en la consulta.

Otra metodología se refiere a las métricas de estimación basadas en casos de uso, la cual utiliza los actores y casos de uso para calcular el esfuerzo que significará desarrollarlos. A los

casos de uso se les asigna una complejidad basada en transacciones, entendidas como una interacción entre el usuario y el sistema, mientras que a los actores se les asigna una complejidad basada en su tipo, es decir, si son interfaces con usuarios u otros sistemas. También se utilizan factores de entorno y de complejidad técnica para ajustar el resultado.

Por último, se plantea otra métrica existente en el mercado y que hace parte de nuestro estudio, es el nuevo método de estimación que se denomina CEPF (Componentes Estándares con Puntos de Función), el cual fue desarrollado para realizar estimaciones de proyectos de software en pequeñas empresas y utiliza la información histórica de la empresa para obtener estimaciones confiables y repetibles. Estas estimaciones históricamente se realizan con base en el criterio de un experto, al igual que en la mayoría de las pequeñas empresas de software. Las estimaciones que siguen esa estrategia tienen un alto costo asociado y dependen del experto (Pressman, 2002).

Como el objetivo del presente proyecto es implementar una metodología para la estimación del esfuerzo en el desarrollo de software de la DIAN, una vez analizadas las que se describieron anteriormente y con base en el proceso que en la actualidad tiene la DIAN para el desarrollo de aplicaciones, se han escogido: Puntos de Función y COCOMO, las cuales serán explicadas con más detalle a continuación:

2.2.1 Puntos de Función (PF)

Los Puntos de Función (PF) proporcionan una medida objetiva, cuantitativa y auditable del tamaño del software, desde el punto de vista de los requisitos especificados por el usuario final de la aplicación. Su valoración se deriva a partir de los requisitos funcionales que el sistema de información debe satisfacer, modelos de datos, definición de pantallas e interfaces gráficos y diagramas de análisis (Sanchez Rodriguez, 1999).

Los Puntos Función (PF) constituyen una técnica de medida del software, que deriva del valor de la medida en Puntos Función, un conjunto de métricas esenciales para la gestión de la productividad, la calidad y el coste del software (Sanchez Rodriguez, 1999).

Estas medidas, registradas en distintas fases del ciclo de vida, permiten llevar a cabo un análisis exhaustivo de su evolución y, por tanto, del control de la productividad, la calidad y los

costos asociados, a lo largo del tiempo. De esta forma y almacenando en un registro histórico el valor de los Puntos Función (PF) de cada uno del software para los sistemas de información contruidos, podremos disponer de una sólida base para futuras estimaciones del costo y duración de los proyectos, información altamente valiosa para las organizaciones que construyen software (Sanchez Rodriguez, 1999).

La métrica de “Puntos de Funcionalidad” o, más sencillamente, “Puntos Función” fue desarrollada por Allan J. Albrecht, a finales de los años 70, esta métrica se fundamenta en estudiar, por separado, cinco componentes o características principales del sistema software: las entradas, las salidas, las consultas o peticiones interactivas (cuando el usuario hace una petición al sistema y éste devuelve una respuesta), los ficheros lógicos internos (ficheros maestros) y los ficheros lógicos externos (interfaces con otras aplicaciones).

Los Puntos Función no se limitaba sólo a contar el número de componentes del sistema, además, aplica ciertos valores representativos de la complejidad de cada componente. Así, tras muchos ensayos, Albrecht obtuvo empíricamente los factores de peso que debían aplicarse a cada uno de los cinco componentes. Estos factores variaban en función de la complejidad de cada componente, siendo esto indicativo de la mayor o menor dificultad que conllevaba su codificación.

En octubre de 1979, en Monterey (California), Albrecht presentó por vez primera los resultados obtenidos en sus estudios, proponiendo el concepto de Puntos de Funcionalidad como una nueva métrica de las aplicaciones software (Sanchez Rodriguez, 1999).

En 1986 nació la IFPUG (Agrupación Internacional de Usuarios de Puntos Función), cuyos objetivos eran, entre otros, dar soporte a esta nueva técnica y promocionar su uso. En 1987, el gobierno británico adoptó la técnica propuesta por Albrecht como el estándar a utilizar para medir la productividad de las aplicaciones software que se desarrollaran. Más tarde, en 1990, la IFPUG publicó la versión 3.0 del compendio de reglas y criterios para el conteo de Puntos Función: el CPM (Counting Practices Manual) (Sanchez Rodriguez, 1999).

Desde abril de 1995 está en vigor la versión 4.0 de dicho manual. Actualmente, la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), junto con las más importantes

asociaciones de usuarios de Puntos Función, elaboro la norma ISO-14143 sobre Medida del Tamaño Funcional de aplicaciones software (Sanchez Rodriguez, 1999).

2.2.1.1 Análisis de Puntos Función (FPA)

El Análisis de Puntos Función determina, tan pronto como sea posible, la funcionalidad que una determinada aplicación de software proporciona a los usuarios. Para el conteo de Puntos de Función se han de seguir una serie de pasos concretos basados en reglas y criterios específicos definidos por la IFPUG, hasta llegar al resultado final (IEPUG, International Function Point Users' Group, 1994).

- *Cuenta del número total de Puntos Función sin ajustar.*
- *Cuenta de Puntos Función para cada componente del sistema (Entradas Externas, Salidas Externas, Consultas Externas, Ficheros Lógicos Internos y Ficheros Externos de Interfaz).*
- *Factor de Ajuste (VAF) o Factor de Complejidad Técnica.*
- *Cuenta del número total de Puntos de Función ajustados.*
- *Informes de validación de resultados.*

Los datos de partida necesarios para comenzar el proceso de FPA suelen estar localizados en documentos técnicos que recogen, entre otros, la siguiente información:

- Requerimientos del usuario.
- Información Técnica disponible acerca del sistema de información.
- Cualquier objetivo específico para el sistema de información y restricciones concretas que puedan existir.
- El interfaz gráfico de usuario.
- Los interfaces existentes con otros sistemas.
- Los modelos de datos físicos y/o lógicos preliminares.

El proceso de FPA consta de varios pasos (Sanchez Rodriguez, 1999):

1. Planificación del conteo de Puntos Función.
2. Recogida de información.
3. Cálculo del Factor de Ajuste (VAF).

4. Inventariado de transacciones lógicas y ficheros lógicos.
5. Clasificación de componentes.
6. Revisión de las 14 características generales del sistema (GSC's).
7. Tabulación de resultados.
8. Validación de resultados.

2.2.1.2 Planificación del conteo de Puntos Función

El tamaño en Puntos Función de una aplicación puede ser determinado justo después de concluir el proceso de especificación de requerimientos, pero también antes de haberlo terminado completamente. En este último caso, debería realizarse un nuevo conteo una vez hayan quedado perfectamente definidos todos los requisitos funcionales (Sanchez Rodriguez, 1999).

El proceso de FPA también puede aplicarse a cualquier otra etapa del ciclo de vida (diseño, implementación, pruebas, mantenimiento...). Por ello es recomendable que, una vez concluido el proceso de conteo, el resultado sea comparado con otros obtenidos en etapas anteriores. Así podremos tener en cuenta el impacto provocado por la introducción de nuevos componentes en el sistema o por cambios experimentados en cualquiera etapa del ciclo de vida. Además, también podremos actualizar apropiadamente el número total de Puntos Función (Sanchez Rodriguez, 1999).

2.2.1.3 Levantamiento de información

En el caso de que apliquemos el proceso de FPA antes de finalizar la especificación total de Requerimientos del software, disponer de la siguiente documentación nos resultará de bastante utilidad (Sanchez Rodriguez, 1999):

- *Objetivos que se pretenden cubrir, necesidades y requerimientos del usuario.*
- *Toda la información disponible acerca del sistema de información actual (si existe).*
- *Cualquier objetivo específico que se pretenda para el nuevo sistema de información y restricciones concretas que puedan existir.*
- *Diagrama de contexto del sistema en su conjunto.*

Tras las etapas de análisis y diseño del sistema, puede realizarse un nuevo conteo de Puntos Función más preciso. Para ello, sería conveniente disponer de la siguiente documentación (Sanchez Rodriguez, 1999):

- *Interfaz gráfico de usuario que se desea (formatos de pantalla, cuadros de diálogo y menús de opciones).*
- *Interfaces existentes con otros sistemas de información.*
- *Posibles formularios de entrada de datos al sistema de información*
- *Modelos de datos físicos y/o lógicos preliminares.*
- *Formato y tamaño de los ficheros del sistema.*

Comparando entre sí los resultados en Puntos Función obtenidos antes y después de estas etapas, nos haremos una idea de cómo ha crecido la aplicación en cuanto a funcionalidad, desde la etapa de especificación de requisitos (Sanchez Rodriguez, 1999).

2.2.1.4 Cálculo del Factor de Ajuste (VAF).

El Factor de Ajuste VAF (Value Adjustment Factor), también llamado Factor de Complejidad es una técnica basada en 14 características generales del sistema (General System Characteristics ó GSC's) que evalúan la funcionalidad general de la aplicación que se está midiendo (IEPUG, International Function Point Users' Group, 1994).

FT	Factor Técnico FT	Peso FT
T1	T1 – Sistema distribuido.	2
T2	T2 – Rendimiento de la respuesta o salida.	2
T3	T3 – Eficiencia del usuario final.	1
T4	T4 – Complejidad del proceso.	1
T5	T5 – Código reutilizable.	1
T6	T6 – Fácil de instalar.	0,5
T7	T7 – Fácil de usar.	0,5
T8	T8 – Portabilidad.	2
T9	T9 – Fácil de cambiar.	1

FT	Factor Técnico FT	Peso FT
T10	T10 – Concurrente.	1
T11	T11 – Características de seguridad.	1
T12	T12 – Acceso a terceros.	1
T13	T13 – Requiere entrenamiento especial.	1

Tabla 1 Factores Técnicos de Ajuste –Método COCOMO II

Cada GSC tiene asociada una serie de cuestiones o preguntas acerca de la misma, cuya respuesta ayuda a determinar su grado de importancia dentro del sistema en función de una escala que va de cero (sin influencia) a cinco (esencial), según se muestra en la siguiente Tabla 2 (IEPUG, International Function Point Users' Group, 1994):

Grado de Influencia Factor Técnico	Peso
No presenta influencia	0
Influencia insignificante	1
Influencia moderada	2
Influencia promedio	3
Influencia significativa	4
Influencia fuerte	5

Tabla 2 Grado de Influencia de Factor Técnico

Al evaluar cada una de las características generales del sistema (General System Characteristics ó GSC's) puede percibir una cierta subjetividad. Por ejemplo: ¿cuándo una GSC es esencial para el sistema?, ¿Cuándo puede decirse que su importancia es sólo incidental? A este respecto, la IFPUG aporta una serie de criterios de evaluación detallados, al objeto de eliminar la máxima subjetividad posible (IEPUG, International Function Point Users' Group, 1994).

Una vez que se ha determinado la influencia (valor entre 0 y 5) de cada característica general del sistema (General System Characteristics ó GSC's), se utiliza la siguiente fórmula para obtener el valor del VAF:

<p>VAF: Valor de Factor de Ajuste Técnico</p> $VAF = 0.65 + (0.01 * \sum_{i=1}^{14} Fi)$	<p><i>Ecuación 1 Valor de Factor de Ajuste Técnico</i></p>
--	--

Donde Fi es el valor adjudicado a cada GSC.

El Valor de Factor de Ajuste Técnico VAF puede variar entre 0.65 (si cada Fi vale 0, es decir, si las GSC's no tienen ninguna influencia en el sistema) y entre 1.35 (si cada Fi vale 5, es decir si todas las GSC's son esenciales para el sistema) (IEPUG, International Function Point Users' Group, 1994).

2.2.1.5 Inventariado de transacciones lógicas y ficheros lógicos

Este paso consiste en determinar cuáles son los componentes del sistema a medir, de interés para el conteo de Puntos Función. El FPA descompone los sistemas en componentes más pequeños, de tal manera que los usuarios, desarrolladores y administradores puedan entenderlos y analizarlos mejor. En el ámbito de los Puntos Función, los sistemas están divididos en cinco componentes básicos (IEPUG, International Function Point Users' Group, 1994):

Puntos Función	
Nombre	Descripción
Componentes transaccionales: Transacciones Lógicas del sistema	
Entrada Externa	Cada Entrada Externa es un proceso elemental a través del cual se permite la entrada de datos al sistema. Estos datos provienen bien de una aplicación ajena al sistema, o bien del usuario, el cual los introduce a través de una pantalla de entrada de datos (órdenes concretas, nombres de ficheros, selecciones de menús, etc.). No se incluyen las consultas o peticiones interactivas al sistema, ya que éstas se contabilizan por separado. Los datos de entrada son usados para mantener uno o más Ficheros Lógicos Internos (archivos maestros), siempre y cuando no representen información de control del sistema. Para determinar las Entradas Externas, se suelen examinar las pantallas de introducción de datos, los cuadros de diálogo y

Puntos Función	
Nombre	Descripción
	el formato de los formularios de entrada, si es que existen. Además, si se trata de entradas procedentes de otras aplicaciones distintas, éstas deberán necesariamente actualizar los Ficheros Lógicos Internos del sistema que se pretende medir.
Salida Externa	Cada Salida Externa es un proceso elemental a través del cual se permite la salida de datos del sistema. Estos datos suelen ser los resultados derivados de la ejecución de algoritmos o la evaluación de fórmulas, y generan informes (reports) o archivos de salida que sirven de entrada a otras aplicaciones. En la creación de estos informes o archivos de salida intervienen uno o más Ficheros Lógicos Internos o uno o más Ficheros Externos de Interfaz. Una forma de determinar las Salidas Externas de un sistema es observar los posibles informes de salida de datos y los formatos de los ficheros que sirven a otras aplicaciones
Consulta Externa (o peticiones al sistema)	Cada Consulta Externa es un proceso elemental con componentes de entrada y de salida que consiste en la selección y recuperación de datos de uno o más Ficheros Lógicos Internos o de uno o más Ficheros Externos de Interfaz, y su posterior devolución al usuario o aplicación que los solicitó. Se trata, entonces, de peticiones interactivas que requieren una respuesta del sistema. En el proceso de entrada no se actualiza ningún Fichero Lógico Interno, y en el proceso de salida los datos devueltos no contienen datos derivados (es decir, datos resultantes de la ejecución de algoritmos o la evaluación de fórmulas). Al igual que sucedía con las Entradas Externas, una posible forma de detectar las Consultas Externas es examinando los formularios de entrada, las pantallas de entrada de datos, los cuadros de diálogo, etc.
Componentes de datos: Ficheros Lógicos del Sistema	
Archivo lógico interno (o archivos maestros)	Un Fichero Lógico Interno es un conjunto de datos definidos por el usuario y relacionados lógicamente, que residen en su totalidad dentro de la propia aplicación, y que son mantenidos a través de la Entradas Externas del sistema. Para determinar los posibles Ficheros Lógicos Internos se suelen examinar los modelos físicos y/o lógicos preliminares, los formatos de tablas, las descripciones de bases de datos, etc.

Puntos Función	
Nombre	Descripción
Archivo Externo de Interfaz	Un Fichero Lógico Interno es un conjunto de datos definidos por el usuario y relacionados lógicamente, que residen en su totalidad dentro de la propia aplicación, y que son mantenidos a través de la Entradas Externas del sistema. Para determinar los posibles Ficheros Lógicos Internos se suelen examinar los modelos físicos y/o lógicos preliminares, los formatos de tablas, las descripciones de bases de datos, etc.

Tabla 3 Componentes Básico de Método de Puntos de Función PF

Agrupando las Entradas Externas, las Salidas Externas y las Consultas Externas obtendríamos el conjunto de Transacciones Lógicas del sistema, y agrupando los Ficheros Lógicos Internos y los

Ficheros Externos de Interfaz obtendríamos el conjunto de Ficheros Lógicos del sistema (Sanchez Rodriguez, 1999).

2.2.1.6 Clasificación de componentes

Una vez que se han inventariado tanto las transacciones lógicas como los ficheros lógicos, puede procederse a la clasificación de los componentes del sistema, determinando la complejidad de cada componente.

Una clasificación más precisa y exhaustiva nos la proporciona el modelo de estimación COCOMO II, Según este modelo, la complejidad de los componentes del sistema para el conteo de Puntos Función se determina según la tabla siguiente (Boehm B.W. C. B., 1995).

Puntos Función	Complejidad		
Nombre	Baja	Media	Alta
Componentes transaccionales: Transacciones Lógicas del sistema			
Entrada Externa	0 a 1 ficheros - 1 a 15 datos distintos 2 a 3 ficheros - 1 a 4 datos distintos	0 a 1 ficheros - más 16 datos distintos 2 a 3 ficheros - 5 a 15 datos distintos Más 3 ficheros - 1 a 4 datos distintos	2 a 3 ficheros - más 16 datos distintos Más 3 ficheros - 5 a 15 datos distintos Más 3 ficheros - más 16 datos distintos
Salida Externa	0 a 1 ficheros - 1 a 5 datos distintos 2 a 3 ficheros - 1 a 5 datos distintos 2 a 3 ficheros - 6 a 19 datos distintos	0 a 1 ficheros - más 20 datos distintos 2 a 3 ficheros - 6 a 19 datos distintos Más 4 ficheros - 1 a 5 datos distintos	2 a 3 ficheros - más 20 datos distintos Más 4 ficheros - 6 a 15 datos distintos Más 4 ficheros - más 20 datos distintos
Consulta Externa (o peticiones al sistema)	0 a 1 ficheros - 1 a 5 datos distintos 2 a 3 ficheros - 1 a 5 datos distintos 2 a 3 ficheros - 6 a 19 datos distintos	0 a 1 ficheros - más 20 datos distintos 2 a 3 ficheros - 6 a 19 datos distintos Más 4 ficheros - 1 a 5 datos distintos	2 a 3 ficheros - más 20 datos distintos Más 4 ficheros - 6 a 15 datos distintos Más 4 ficheros - más 20 datos distintos
Componentes de datos; Ficheros Lógicos del Sistema			
Archivo lógico interno (o archivos maestros)	1 ficheros - 1 a 19 datos distintos 2 a 5 ficheros - 20 a 50 datos distintos 2 a 5 ficheros - 1 a 19 datos distintos	1 ficheros - más 51 datos distintos 2 a 5 ficheros - 20 a 50 datos distintos Más 6 ficheros - 1 a 19 datos distintos	2 a 5 ficheros - más 51 datos distintos 2 a 5 ficheros - más 51 datos distintos Más 6 ficheros - más 51 datos distintos
Archivo Externo de Interfaz	1 ficheros - 1 a 19 datos distintos 2 a 5 ficheros - 20 a 50 datos distintos 2 a 5 ficheros - 1 a 19 datos distintos	1 ficheros - más 51 datos distintos 2 a 5 ficheros - 20 a 50 datos distintos Más 6 ficheros - 1 a 19 datos distintos	2 a 5 ficheros - más 51 datos distintos 2 a 5 ficheros - más 51 datos distintos Más 6 ficheros - más 51 datos distintos

Tabla 4 Factores de Complejidad por Componentes Básicos Método de Puntos de Función PF

Clasificado los componentes y determinado su complejidad, les asignamos un valor en Puntos de Función a cada uno de ellos. En la siguiente tabla se indican estos valores.

Puntos Función	Esfuerzo PF		
Nombre	Baja	Media	Alta
Componentes transaccionales: Transacciones Lógicas del sistema			
Entrada externa	3	4	6
Salida externa	4	5	7
Consulta externa (o peticiones al sistema)	3	4	6
Componentes de datos: Ficheros Lógicos del Sistema			
Archivo lógico interno s (o archivos maestros)	7	10	15
Archivo externo de interfaz	5	7	10

Tabla 5 Factor PF por Tipo de Componentes y Complejidad Método de Puntos de Función PF

2.2.1.7 Revisión de las 14 características generales del sistema (GSC's).

Para asegurar una mayor precisión en los resultados, es necesario volver a calcular el Factor de

Ajuste (VAF) tal y como lo hicimos en el paso 3, utilizando la fórmula (Sanchez Rodriguez, 1999):

VAF: Valor de Factor de Ajuste Técnico

$$VAF = 0.65 + (0.01 * \sum_{i=1}^{14} Fi)$$

Ecuación 2 Cálculo de Factor de Ajuste Técnico

Es muy importante determinar un valor preciso para el VAF, ya que influye en un $\pm 35\%$ en la cuenta total de Puntos Función (Sanchez Rodriguez, 1999).

2.2.1.8 Tabulación de resultados.

Para mostrar los resultados obtenidos en los pasos precedentes, puede construirse una tabla como la que se muestra a continuación, donde se indican los tipos de componentes contabilizados (en filas) y la complejidad asociada a cada uno de ellos (en columnas) (Sanchez Rodriguez, 1999).

Puntos Función	Esfuerzo PF									Total
Nombre	Baja			Media			Alta			PF
Componentes transaccionales: Transacciones Lógicas del sistema										
	PF	Factor	VPF	PF	Factor	VPF	PF	Factor	VPF	
Entrada Externa		3			4			6		
Salida Externa		4			5			7		
Consulta externa (o peticiones al sistema)		3			4			6		
Componentes de datos: Ficheros Lógicos del Sistema										
Archivo lógico interno s (o archivos maestros)		7			10			15		
Archivo externo de interfaz		5			7			10		
N° Total de Puntos Función sin Ajustar (PFsA):										
Por Factor de Ajuste (VAF):										
N° Total de Puntos Función Ajustados (PFA):										

Tabla 6 Estimación de Puntos de Función para el Desarrollo del Sistema

Los pasos principales, hasta obtener el valor total en Puntos Función del sistema que se pretende medir son (Sanchez Rodriguez, 1999):

1. Multiplicar cada tipo de componente por el valor en Puntos Función indicado, dependiendo de su complejidad.
2. Sumar por filas los resultados obtenidos en el punto 1. Se obtiene así el un valor total en Puntos Función para cada tipo de componente.
3. Sumar todos los valores de la columna ‘Total’. Se obtiene así el Número Total de Puntos Función sin Ajustar.
4. Calcular el Factor de Ajuste (VAF), también llamado Factor de Complejidad Técnica (referirse al Paso 3: Cálculo del Factor de Ajuste).

5. Multiplicar el VAF calculado en el punto anterior, por el valor de Puntos Función sin Ajustar obtenido en el punto 3. Se obtiene así el Número Total de Puntos Función Ajustados (PFA), siendo éste el resultado total de la cuenta.

2.2.1.9 Validación de resultados

Antes de utilizar el resultado final obtenido para posibles estimaciones, el proceso de conteo descrito en los pasos anteriores deberá ser exhaustivamente revisado para detectar posibles errores u omisiones que hayan podido producirse. Deberemos verificar la completitud del Análisis de Puntos Función llevado a cabo, y asegurarnos de que se han tenido en cuenta todos los componentes del sistema, sin obviar ninguno (Sanchez Rodriguez, 1999).

2.2.2 Modelo COCOMO

Los modelos Cocomo (CONstructive COSt MOdel), de Barry W. Boehm, son una de las métricas basadas en líneas de código más ampliamente difundidas y estudiadas (Boehm B.W. C. B., 1995).

Estos modelos, utilizados para medir el esfuerzo y el tiempo de desarrollo de las aplicaciones informáticas, fueron postulados por Boehm, tras el estudio detallado de 63 proyectos incluidos en tres categorías: proyectos de negocios, proyectos científicos y proyectos de sistemas. Entre ellos había proyectos de diferente complejidad, así como proyectos que habían sido desarrollados para rodar en entornos diferentes. También escogió Boehm proyectos escritos en distintos lenguajes, contemplando Cobol, Pascal, Jovial¹ y Ensamblador. Presenta Boehm tres modelos diferentes: El Cocomo Básico, el Cocomo Intermedio y el Cocomo Detallado (Boehm, 1981).

2.2.2.1 COCOMO Básico

COCOMO Básico, permite dar una primera estimación durante la fase de Análisis Previo, cuando la mayoría de los factores que incidirán en el Proyecto son todavía desconocidos. Para ello,

¹ JOVIAL es un lenguaje de programación de alto nivel similar a ALGOL. JOVIAL incluye características no encontradas en ALGOL estándar, tales como registros, arrays y la inclusión de código ensamblador.

este modelo se apoya en una ecuación para estimar el número de Meses/Hombre (MH) necesarios para desarrollar un proyecto software, basándose en el número de miles de instrucciones “fuente” (KINST) que tendrá el producto software terminado (Boehm, 1981):

$$MH = 2.4 * (KINST)^{1.05}$$

Ecuación 3 Cálculo de Número de Meses Hombre COCCOMO BÁSICO

También presenta el modelo una ecuación para estimar el tiempo de desarrollo (TDES) de un proyecto, expresado en meses:

$$TDES = 2.5(MH)^{0.38}$$

Ecuación 4 Tiempo de Desarrollo de un proyecto expresado en meses COCCOMO BÁSICO

Estas ecuaciones, así como las demás ecuaciones presentadas por Boehm, están obtenidas heurísticamente y son fruto de la experimentación con una gran variedad de proyectos; no obstante es posible establecer principios matemáticos de base a partir de distribuciones estadísticas, del tipo de la distribución de Rayleigh², para justificarlas (Boehm, 1981).

2.2.2.2 Cocomo Intermedio

Cocomo Intermedio, es un modelo más fiable en cuanto a las estimaciones que presenta, posibilitando su utilización en el resto de fases del Proyecto. Se aconseja emplear este modelo cuando ya se ha avanzado en el desarrollo del proyecto, y por tanto se tiene más información sobre el mismo. Normalmente en la Fase de Análisis Funcional pueden ya realizarse estimaciones con este modelo (Boehm, 1981).

La ecuación para el cálculo de Meses/Hombre de Cocomo Intermedio cambia su coeficiente para adaptar las estimaciones, aunque manteniendo siempre la misma estructura, y la ecuación para el tiempo de desarrollo permanece igual que en el modelo Básico (Boehm, 1981):

$$MH = 3.2 * (KINST)^{1.05}$$

Ecuación 5 Cálculo de Número de Meses Hombre COCCOMO INTERMEDIO

² En la teoría de la probabilidad y estadística, la distribución de Rayleigh es una función de distribución continua. Se suele presentar cuando un vector bidimensional (por ejemplo, el que representa la velocidad del viento) tiene sus dos componentes, ortogonales, independientes y siguen una distribución normal.

$$MH = 2.5 * (KINST)^{0.38}$$

*Ecuación 6 Tiempo de Desarrollo de un proyecto expresado en meses
COCOMO INTERMEDIO*

Además del cambio en las ecuaciones, Cocomo Intermedio contribuye al cálculo del esfuerzo necesario para el desarrollo de un Proyecto y del tiempo de desarrollo, incorporando una serie de Atributos, en un total de 15, que actúan como modificadores o coeficientes correctores de los resultados previamente obtenidos. También, además del número de instrucciones “fuente”, necesarias para la obtención de las estimaciones en el Modelo Básico, el Modelo Intermedio toma en consideración aspectos tales como la fiabilidad requerida del Sistema a desarrollar, la capacidad de los analistas y programadores y su experiencia en Aplicaciones, el tiempo de desarrollo requerido, etc. Cada atributo, dependiendo de su rango, proporciona un multiplicador (o coeficiente) que hará variar positiva o negativamente el nivel de esfuerzo y de tiempo requeridos para el desarrollo del Proyecto (Boehm, 1981).

COCOMO Detallado representa una mejora del COCOMO Intermedio, por una parte, permite utilizar, por cada atributo de coste, multiplicadores del esfuerzo sensibles a la fase, con lo que se puede determinar el esfuerzo necesario para completar cada fase, y por otra parte, si los valores de los atributos de los diferentes componentes son prácticamente iguales, entonces se pueden agrupar para introducirlos una sola vez, simplificando así la entrada de datos (Boehm, 1981).

Además, Boehm especifica tres variantes para COCOMO: El modo Orgánico, para proyectos de pequeño tamaño y poca complejidad; el modo Embebido, para proyectos de mucha envergadura y el modo Híbrido, que representa un compromiso entre los dos anteriores (Boehm, 1981).

La desventaja que presentan los modelos de estimación de costes basados en COCOMO, entre otros factores, viene dado por la necesidad de conocer de antemano y con precisión el tamaño que tendrá el Proyecto cuando haya sido terminado. Este dato es el origen de todos los cálculos, y con él y con los distintos coeficientes correctores se obtienen todos los resultados de Cocomo, por lo cual si el tamaño del proyecto se estima inadecuadamente, los resultados obtenidos serán muy imprecisos.

3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo cualitativo. Según Hernández Sanpieri, *“el enfoque cualitativo también se guía por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de los datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos), los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos. Con frecuencia, estas actividades sirven, primero, para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes; y después, para perfeccionarlas y responderlas. La acción indagatoria se mueve de manera dinámica en ambos sentidos: entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más bien “circular” en el que la secuencia no siempre es la misma, pues varía con cada estudio”* (Sampieri, Roberto, Roberto, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2017).

Nuestra investigación se centra fundamentalmente en describir los métodos de estimación de esfuerzo en las etapas de construcción del software, con miras a proponer una herramienta de estimación de esfuerzo para los procedimientos del subproceso de construcción de software de la DIAN, para dar respuesta o solución al problema (Bernal, 2010).

3.2 Método de Investigación

El trabajo se encuentra estructurado en un método de investigación acción participación, (IAP), acorde a (Ander-Egg, 2003) está orientado a la reflexión y sistematización de las realidades ocurridas, en el contexto de estudio, de igual manera pretende en un futuro no muy lejano, implementar la propuesta y, se fundamenta en la participación de los diferentes actores que intervienen en la construcción de software, para el caso la Coordinación de Desarrollo de Sistemas de Información de la DIAN.

La IAP puede entenderse como un método de estudio y acción que busca obtener resultados fiables y útiles para mejorar situaciones colectivas, basando la investigación en la participación de

los propios colectivos a investigar, que así pasan de ser “objeto” de estudio a sujeto protagonista de la investigación. (Alberich, 2008, págs. 131 - 151)

Para el caso de la presente investigación es de resaltar que el método planteado permite identificar el problema existente entre la teoría y la práctica de la gestión de la planificación de desarrollo del software en la Coordinación de Desarrollo de Sistemas de Información de la DIAN, dando paso a la consolidación de una propuesta para la estimación del esfuerzo en cada uno de los procedimientos del subproceso de construcción de software para los sistemas de información.

3.3 Diseño de la Investigación

En ejecución de proceso de investigación se establecerán las actividades y métricas de estimación del esfuerzo para cada uno de los procedimientos de codificación, pruebas e implantación del sub proceso de construcción de sistemas de información para la DIAN.

Para cada uno de los procedimientos, se desarrollarán los siguientes pasos:

- Inventario de entregables de entrada y salida.
- Para cada entregable se construirá el árbol de artefactos que lo componen.
- Evaluación de marcos procedimentales, formalmente aceptados como mejores prácticas, para la definición de criterios y se acogerá los que más se ajusten, según el entorno de desarrollo de software para soportar los procesos de gestión misionales y administrativos para la DIAN.
- Definir criterios que permitan determinar el grado de complejidad de cada artefacto de software a codificar, probar e implantar en producción.
- Cada componente o actividad se clasificará y cuantificará según el grado de complejidad.
- Construcción del instrumento de valoración del esfuerzo.

3.4 Articulación con modalidades y líneas investigación Maestría en Gestión de TI

La investigación “*Instrumento para la Estimación de Esfuerzo en los Procedimientos de Codificación, Ejecución De Pruebas, Implantación del Subproceso de Construcción de Sistemas de Información de la DIAN*”, se articula con Línea de investigación de Ingeniería de Software; que tiene como propósito principal desarrollar experiencias de orden formativo y disciplinar en la ingeniería de software que permitan la construcción efectiva de software de calidad de forma

sistémica y estructurada, y la temática de prácticas de gestión de proyectos de software y calidad de software (UNAD, 2016).

En tanto, esta investigación corresponde a la modalidad de investigación de Proyecto de Aplicación para Empresas o Innovación Empresarial, por cuanto, tiene como fin la aplicación para el mejoramiento de la estimación del esfuerzo para los procedimientos de codificación, ejecución de pruebas y, de implantación del subproceso de construcción de sistemas de información, generando valor compartido para las áreas de gestión misional de la DIAN, los contribuyentes, usuarios aduaneros y ciudadanía en general (UNAD, 2016).

4 PROPUESTA DE INSTRUMENTO DE ESTIMACIÓN DEL ESFUERZO

En este apartado del documento se define la metodología que se seguirá para establecer las actividades y métricas de estimación del esfuerzo para cada uno de los procedimientos de codificación, pruebas e implantación del sub proceso de construcción de sistemas de información para la DIAN.

Para cada uno de los procedimientos, se desarrollarán los siguientes pasos:

- Inventario de entregables.
- Para cada entregable se construirá el árbol de actividades que lo componen.
- Evaluación de marcos procedimentales, formalmente aceptados como mejores prácticas, para la definición de criterios y se acogerá los que más se ajusten, según el entorno de la DIAN.
- Definir criterios que permitan determinar el grado de complejidad de cada actividad.
- Cada actividad se clasificará y cuantificará según el grado de complejidad.
- Construcción del instrumento de valoración del esfuerzo.

4.1 Propuesta Instrumento de Estimación de Esfuerzo Procedimiento Codificación

4.1.1 Descripción del Procedimiento de Codificación

El propósito fundamental del procedimiento es generar código dependiendo de las herramientas de programación definidas, que cumpla con el propósito para el cual fue diseñado, que sea sostenible y cumpla con los estándares que en la materia existen en la entidad. El responsable que implementa software se conoce como programador o desarrollador. Para asegurar la calidad del mismo, el programador debe realizar pruebas unitarias, que consisten en validar que una unidad de código (una clase, función o método) realice el trabajo para el que fue diseñado, es decir que son fragmentos de código que validan la ejecución de las unidades de código del producto -código que valida código. Opcionalmente pueden validar los llamados a otros sistemas o estados intermedios. (DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia, 2017).

El procedimiento de codificación inicia con la recepción de documentos generados por el procedimiento de análisis y diseño, dentro de los cuales, juega un papel de gran importancia los requerimientos y artefactos que resultan de utilizar el Lenguaje Unificado de Modelado UML.

Realiza la codificación del software y la documentación asociada, entrega al procedimiento de pruebas, realiza ajustes detectados en pruebas y finaliza con la entrega del producto desarrollado al Comité de Cambios para la puesta de producción del Sistema de Información (DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia, 2017).

Los entregables del proceso de codificación son el código fuente probado y los documentos técnicos asociados debidamente versionados. El control de versiones se realiza a través de la herramienta definida por la U.A.E DIAN (DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia, 2017). Es importante tener en cuenta que el término de cada versión determina una estimación del esfuerzo, alineada al tiempo y los recursos que se hubieren utilizado.

En este sentido, tanto la gestión de la programación de los artefactos o del software, como la estimación del esfuerzo, dependen de la dimensión del proyecto y de los ajustes requeridos (DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia, 2017).

Como parte del proceso de entrada a producción de un servicio, se debe realizar la entrega a la respectiva administración técnica. La elaboración de los documentos y la capacitación respectiva son asumidas por los desarrolladores (DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia, 2017).

4.1.2 Inventario de entregables de Entrada al Procedimiento de Codificación

Entregable	Código	Presentación
Modelo de diseño	FT-SI-2003	Formato Digital
Diseño de base de datos	FT-SI-2004	Formato Digital
Diseño de interfaz de usuario	FT-SI-2005	Formato Digital

Tabla 7 Entregables de Entrada al Procedimiento de Codificación

4.1.3 Inventario de entregables Salida del Procedimiento de Codificación

Entregable	Código	Presentación
Control de Versión y Cambios.	FT-SI-2180	Formato Digital
Sistema de Información Electrónico (SIE) y/o Funcionalidad codificado en ambiente de desarrollo		Formato Digital
Evidencias de Prueba de codificación		Formato Digital
Mapa de despliegue		Formato Digital
Sistema de Información Electrónico (SIE) y/o Funcionalidad codificada-desplegada en ambiente de pruebas		Formato Digital

Tabla 8 . Entregables Salida del Procedimiento de Codificación

4.1.4 Actividades Procedimiento de Codificación

No.	Actividad
1	Lectura de documento Modelo de diseño FT-SI-2003
2	Lectura de documento Diseño de base de datos FT-SI-2004
3	Lectura de documento Diseño de interfaz de usuario FT-SI-2005
4	Preparación ambiente de codificación
5	Codificación puntos de función del modelo de diseño
6	Codificación puntos de función del diseño de base de datos
7	Codificación puntos de función del diseño de interfaz de usuario

Tabla 9 Actividades Procedimiento de Codificación

4.1.5 Evidencias de Pruebas de Codificación

No.	Actividad
1	Identificación de escenarios de pruebas
2	Preparación de datos de prueba
3	Preparación de usuarios de pruebas
4	Preparación ambiente de codificación
5	Ejecución pruebas de puntos de función del modelo de diseño
6	Ejecución pruebas de puntos de función del diseño de base de datos
7	Ejecución pruebas de puntos de función de interfaz de usuario
8	Registro de Evidencias de Pruebas de Codificación

Tabla 10 Evidencias de Pruebas de Codificación

4.1.6 Mapa de despliegue

No.	Actividad
1	Diligenciamiento del formato del Mapa de despliegues

Tabla 11 Entregable de Procedimiento de Codificación - Mapa de Despliegue

4.1.7 Control de Versión y Cambios FT-SI-2180

No.	Actividad
1	Diligenciamiento de formato Control de Versión y Cambios. FT-SI-2180

Tabla 12 Entregable de Procedimiento de Codificación – Formato de Control de Versión y Cambios FT-SI-2180

4.1.8 SIE y/o Funcionalidad desplegada en ambiente de pruebas

No.	Actividad
1	Registro de solicitud a Grupo de BD para creación de objetos y ejecución de scripts en BD de Pruebas
2	Registro de solicitud a Grupo de Despliegue para instalación y configuración servidores en ambientes de pruebas para el despliegue del SIE o funcionalidad codificada
3	Seguimiento a estado de ejecución y solución de solicitud a Grupo de BD

No.	Actividad
4	Seguimiento a estado de ejecución y solución de solicitud a Grupo de Despliegue
5	Registro de solicitud a Grupo de Despliegue para el despliegue del SIE o funcionalidad codificada en ambientes de pruebas
6	Seguimiento a estado de ejecución y solución de solicitud a Grupo de Despliegue para el despliegue del SIE o funcionalidad codificada en ambientes de pruebas
7	Contextualización a Ingenieros de Grupo de Pruebas del SIE o funcionalidad codificada desplegado en ambientes de pruebas

Tabla 13 Entregable de Procedimiento de Codificación – Despliegue en Ambientes de Pruebas Técnicas y Funcionales

4.1.9 Evaluación de marcos procedimentales formalmente aceptados

Las propuestas que las empresas de software entregan a sus clientes para la realización de proyectos, deben incluir la duración, costo del proyecto, un plan de trabajo y el equipo de personas que va desarrollar el software. La elaboración de propuestas requiere un proceso de estimación que debe poder realizarse en forma rápida y precisa. En general la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales DIAN, no cuenta con una herramienta metodológica que le permita estimar los recursos, costos y planificar proyectos con un alto nivel de certeza del esfuerzo requerido. Estos errores en las estimaciones pueden generar pérdidas, no cumplimiento de acuerdos de niveles servicio y deteriorar la relación con los clientes, en especial la ciudadanía.

Se propone un método de estimación del esfuerzo de desarrollo de software, combinando métodos existentes y la experiencia que se tiene en la DIAN. El nuevo método de estimación se denomina CEPF (Componentes Estándares con Puntos de Función), que se ha desarrollado en otras partes, para realizar estimaciones de proyectos de software en pequeñas empresas, y utiliza la información histórica de la empresa para obtener estimaciones confiables y repetibles.

Normalmente, las estimaciones de esfuerzo para la fase de codificación de software, han sido realizadas con base en el criterio de un experto, lo que conlleva que las estimaciones que siguen esa estrategia tienen un alto costo asociado y en un alto porcentaje dependen del experto.

Para presentar una propuesta de estimación del esfuerzo, es necesario realizar una valoración que incluya la duración, costo del proyecto, un plan de trabajo y el equipo de personas que va a desarrollar el software.

En el pasado el tamaño del software era determinado por la cantidad de líneas de código que se creía que tendría el sistema a desarrollar. Hoy en día el software se desarrolla en distintos lenguajes, por lo que el mismo requerimiento de usuario da lugar a distinta cantidad de líneas de código dependiendo del lenguaje. Por ejemplo, en el lenguaje Cobol se requieren muchas más líneas de código para construir un programa con la misma funcionalidad que en el lenguaje Visual Basic (Hernandez. Abeleira, 2016).

Para evitar tener que trabajar con líneas de código, las empresas han usado el concepto de Punto de Función para realizar sus estimaciones, puesto que éste representa una medida independiente de la tecnología de software (por ejemplo, de los frameworks o librerías particulares a utilizar). El Punto de Función (PF) es una unidad de medida base para un requerimiento de usuario. Esta unidad de medida fue propuesta en 1979 por Alan Albrecht en IBM, para determinar el tamaño del software que la empresa debía desarrollar. El concepto de Punto de Función está fuertemente ligado a la funcionalidad que las aplicaciones entregan al usuario independiente de la tecnología que se utilice para desarrollar la aplicación. Esta funcionalidad es caracterizada a través de un conjunto de tipos de componentes, como por ejemplo entradas y salidas de datos, archivos, consultas, etc (Hernandez. Abeleira, 2016).

Los estudios reportan un número importante de otras técnicas de estimación del esfuerzo de desarrollo de software, como ejemplo: Price-S, Slim and Seer, COCOMO II, WebMo, CWADEE. Estas técnicas han sido definidas para estimar proyectos en general sin importar las particularidades de la empresa desarrolladora y el tamaño del proyecto. Por lo tanto, no son demasiado efectivos cuando se intenta aplicarlos a una realidad particular. En especial, COCOMO da resultados de estimación una vez terminada la codificación, dado que su fundamento principal consiste en la cantidad de líneas de código que se deriven de la codificación del sistema desarrollado (Cordero Carrasco, 2013).

El método más cercano a esta propuesta es RESC (Raw Estimation based on Standard Components), que es una combinación de PROBE con PF (Cordero Carrasco, 2013). Este método es muy interesante y se tomará como base para desarrollar el método que se busca proponer en este proyecto.

El método propuesto, combina el método de componentes estándares (PROBE) y el de puntos de función (PF). La propuesta usará una estrategia que hará a las estimaciones repetibles, y utilizará información histórica de la DIAN, lo cual ayudará a generar en el tiempo estimaciones más confiables. El modelo propuesto de estimación se basa en 3 técnicas de estimación: los puntos de función (PF), componentes estándares (PROBE) y Raw Estimation based on Standard Components (RESC) que es una combinación de PF y PROBE.

4.1.9.1 Descripción del Método de Componentes Estándares con Puntos de Función

Se presenta una metodología de estimación, basada en Puntos de Función (PF), PROBE – Proxy-Based Estimating y RESC (Raw Estimation based on Standard Components). El método de estimación del esfuerzo, propuesto en esta investigación, se denomina CEPF (Componentes Estándares con Puntos de Función) y se desarrolla para realizar estimaciones de proyectos de software que normalmente la DIAN ejecuta, tanto con su recurso interno como con contratistas que apoyan algunos proyectos de este tipo. Es importante tener en cuenta que este método considera la información histórica en función del contexto de cada proyecto (Albrecht, 1983).

En el método CEPF (Componentes Estándar con Puntos Función) se incorpora todo lo investigado respecto a los métodos Puntos de función (PF), componentes estándares (PROBE) y Raw Estimation based on Standard Components (RESC) que es una combinación de PF y PROBE y se realizan mejoras para convertir en ventajas, las desventajas encontradas en estas metodologías (Albrecht, 1983).

En este método se utilizan los PF como unidad de medida de esfuerzo del equipo de desarrollo durante todas las fases del proyecto (análisis, diseño, desarrollo y pruebas). Los requisitos son clasificados en componentes estándares (PROBE) y no estándares, para poder determinar el tamaño del esfuerzo de codificación del proyecto que se va a desarrollar (Alexander, 2013).

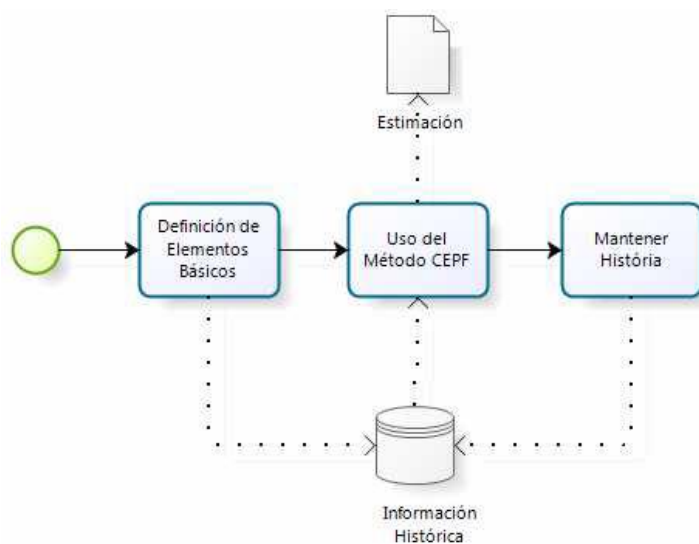


Ilustración 2 Diagrama de procesos de uso del método CEPF

En la Ilustración 2 se muestran los 3 procesos necesarios para implantar, usar y mantener el método CEPF en una empresa. A continuación, se hará una breve descripción de cada uno de ellos (Alexander, 2013).

El primer proceso se hará una sola vez, antes de iniciar el uso del método CEPF en la empresa, es necesario hacer una definición de los elementos básicos del modelo, el mismo consiste en hacer un estudio de los proyectos previos, en el cual se identifican los componentes estándares usados en la DIAN, y se calculan los parámetros del modelo, que serán utilizados para obtener el costo y el tiempo total estimado en proyectos futuros.

El segundo proceso sólo puede iniciarse una vez que haya finalizado el primer proceso, porque el método CEPF utiliza los parámetros y definiciones del modelo, obtenidos durante el estudio previo, para realizar estimaciones del costo y tiempo total de un proyecto, con esta información se presenta una propuesta y algunas de ellas se convierten en proyectos de desarrollo de software.

Finalmente, el objetivo del tercer proceso es mantener actualizada la información histórica de los proyectos y los parámetros del modelo, para que los resultados de las estimaciones sean cada vez más precisos y repetibles. Por lo tanto, cuando una codificación finaliza, se debe ingresar

los resultados reales obtenidos (tiempo y costos totales), con esta información se actualizarán los parámetros de los desarrollos similares o del mismo contexto.

4.1.10 Definir criterios que permitan determinar el grado de complejidad

A continuación, se describen los procesos necesarios para determinar el grado de complejidad de las actividades que se desarrollan en el procedimiento de codificación que realiza la DIAN para llevar a cabo los desarrollos que son necesarios. En este sentido, se tiene en cuenta que se adopta el Método de estimación “Componentes Estándares con Puntos de Función (CEPF)”, para lo cual se definen tres procesos básicos: definición de elementos básicos del modelo, estimaciones a partir de las definiciones y mantener actualizada la base de datos histórica de los proyectos.

4.1.10.1 Definición de elementos Básicos

Consiste en hacer un estudio de proyectos desarrollados en la DIAN, en los últimos años, acorde con lo que el área de sistemas defina, con lo cual se identificarán los componentes estándares y los respectivos parámetros de estimación, de acuerdo con las variables que también serán definidas.

El objetivo principal de este proceso es que la DIAN tenga una guía para realizar el estudio de procesos ya desarrollados, teniendo como finalidad cumplir con las siguientes tareas:

- Determinar los componentes estándares utilizados en la DIAN para el desarrollo de software.
- Crear una base de datos histórica, de acuerdo con el tiempo que se defina, sobre los proyectos desarrollados, involucrando tiempos y recursos que fueron necesarios.
- Definir parámetros de estimación, de acuerdo con los proyectos tenidos en cuenta, teniendo presente que estos deben ser estándares y repetibles.

4.1.10.2 Proceso de Estimación

En el proceso de estimación de codificación que utilice el método de Componentes Estándares con Puntos de Función, la DIAN contará con un proceso sistemático que le ayudará a realizar estimaciones de tiempo, costo y recursos.

El objetivo general es desarrollar una Guía que le servirá a la DIAN para implantar el uso del método CEPF. De aquí se desprenden los siguientes objetivos específicos:

- Obtener una estimación de costo y tiempo de los proyectos de codificación.
- Identificar las características del contexto de los proyectos de codificación
- Identificar los requerimientos y componentes estándares que se tendrán en cuenta en los procesos de codificación.
- Usar la base de datos histórica de proyectos de desarrollo, con el propósito de realizar estimaciones precisas.

En este proceso, también se deben tener en cuenta las entradas, salidas y roles de las actividades a realizar, las cuales se describen a continuación:

- Los usuarios finales, que pueden ser las subdirecciones que tienen la necesidad de desarrollo de un software, generan la definición de nuevos proyectos, entregando las características y requerimientos de estos.
- La Subdirección de TIC de la DIAN, con base en lo anteriormente mencionado, identifica el contexto del proyecto y busca los parámetros de estimación.
- La Subdirección de TIC clasifica los requerimientos del proyecto de codificación en componentes estándares, calcula el tamaño del proyecto y usando los parámetros de estimación, calcula la estimación del costo y duración del proyecto.

4.1.10.3 Actualización de Información Histórica

Para tener éxito y dar continuidad a los procesos relacionados con la estimación del esfuerzo para codificación de sistemas de información, la DIAN debe contar con un proceso que actualice la base de datos de proyectos o codificación, una vez que el proyecto termina. Teniendo en cuenta que el método que se está planteando corresponde a Componentes Estándares con Puntos de Función (CEPF), podemos decir que la actualización de la información histórica nos permite comparar los resultados de estimación y en el futuro, obtener estimaciones más precisas.

En esencia, el objetivo es mantener actualizada la base de datos de las modificaciones realizadas, para permitir que las estimaciones tengan un mayor valor de precisión. Esto nos permite considerar los siguientes objetivos secundarios:

- Mantener actualizada la base de datos de proyectos previos.
- Comparar los resultados estimados con los valores reales.
- Actualizar los parámetros de estimación del contexto del proyecto, para mejorar las estimaciones de los proyectos futuros.

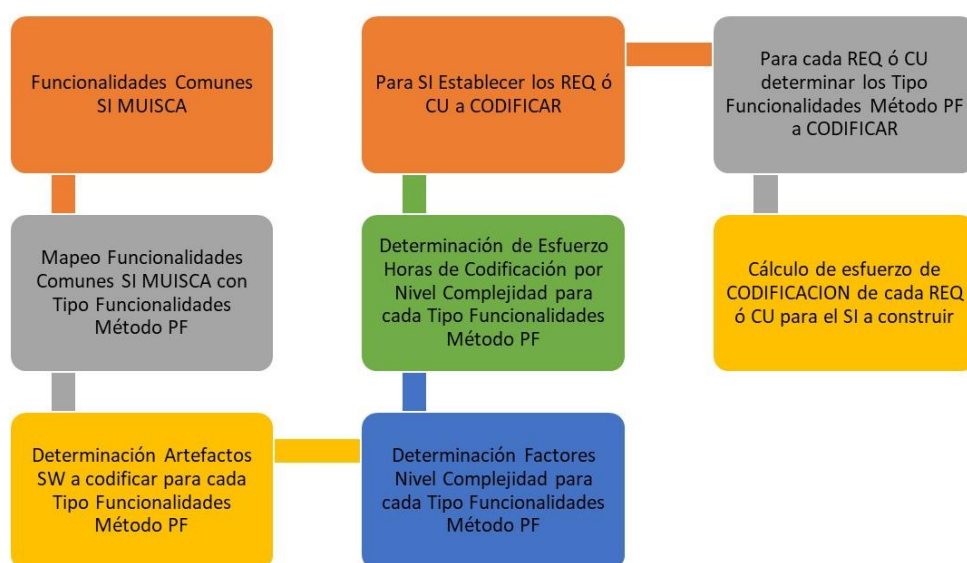


Ilustración 3 Propuesta de Método de Estimación de Esfuerzo Codificación

4.2 Propuesta de Instrumento de Estimación de Esfuerzo Procedimiento de Pruebas

4.2.1 Definición del Procedimiento de Ejecución De Pruebas

El propósito de este procedimiento es gestionar la calidad de la solución de software para los Sistemas de Información de la UAE DIAN, con el fin de minimizar la probabilidad de ocurrencia de errores y verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y funcionales; solicitando el despliegue en el ambiente de pruebas y formalizando las actividades que se desarrollan en el contexto de verificación por cada funcionalidad codificada. (DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia, 2017).

Antes de iniciar el procedimiento específico de ejecución de las pruebas, es necesario la conformación de los grupos que van a ejecutar cada una de las verificaciones, teniendo en cuenta el tipo de prueba a ejecutar y el alcance establecido, de acuerdo con el rol que se haya identificado, el cual debe ir alineado con la operación y utilización real de la solución de software.

Inicia este procedimiento con la recepción de solicitud para ejecución de pruebas, gestiona la ejecución de los escenarios y casos de verificación y la certificación del software por parte del usuario experto, y finaliza con documentar y actualizar los registros de aceptación y de ejecución de pruebas en las herramientas de gestión (DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia, 2017).

Cada uno de estos procedimientos contiene un formato específico avalado por la DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia, 2017, de tal forma que se adicionarán a ellos unos campos que contendrán el tiempo utilizado y el recurso que ha sido necesario.

Este procedimiento suministra información sobre la conformidad del software desarrollado respecto de los requerimientos funcionales especificados por los usuarios y gestiona la corrección de defectos para retroalimentar a los ingenieros de desarrollo (DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia, 2017).

Como parte de la gestión de la calidad de los productos de software, se debe tener en cuenta que esta no es responsabilidad exclusiva de los ingenieros que desarrollan el software, sino de los usuarios expertos de la UAE DIAN, quienes desempeñan un rol decisivo para la aceptación del producto (DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia, 2017).

Quiere decir esto que el usuario final juega un papel de gran importancia, lo cual debe ser medido en cuanto a tiempo y recurso, dado que la mayoría de veces, las asignaciones a estos trabajos se hacen como aportes adicionales, que, si son ejecutados por personal de planta o carrera administrativa, no son considerados por la DIAN como gasto extra, más si este proceso es contratado, constituye un gasto de uno o varios contratos, lo cual formará parte de la estimación del esfuerzo.

Cada vez que se realice un desarrollo, este debe pasar primero al ambiente de pruebas técnicas (o de carga), en el cual se realizan pruebas funcionales y pruebas técnicas de requerirse (por ejemplo, si se tienen requerimientos no funcionales) (DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia, 2017).

Se debe realizar un análisis de código estático del software³ en pro de la calidad del software, verificando el cumplimiento de buenas prácticas de codificación por parte de los ingenieros de desarrollo (DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia, 2017).

Se debe diseñar, implementar y aplicar soluciones automatizadas de software para ser utilizadas en la ejecución de las pruebas de los productos desarrollados por la fábrica interna (DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia, 2017).

Para que el grupo de pruebas de la fábrica interna pueda realizar sus pruebas técnicas, requiere poder consultar la información generada en las diferentes fases del ciclo de vida de desarrollo de software. Además del formato control de cambios, es necesario en algunos casos, capacitar al grupo de pruebas para que pueda realizar pruebas funcionales y generar documentos guía.

4.2.2 Inventario de entregables de Entrada a Procedimiento de Ejecución de Pruebas

Entregable	Código	Presentación
Control de Versión y Cambios.	FT-SI-2180	Formato Digital
Especificación Funcional (Atención Inmediata, Baja Complejidad).	FT-SI-2006	Formato Digital
Especificación Funcional Detallada.	FT-SI-2007	Formato Digital
Casos de Uso	FT-SI-2009	Formato Digital
Modelo de diseño	FT-SI-2003	Formato Digital
Diseño de base de datos	FT-SI-2004	Formato Digital

³ Es un tipo de análisis de software que se realiza sin ejecutar el programa. Este se realiza en alguna versión del código fuente y en algunos casos en el código objeto.

Entregable	Código	Presentación
Diseño de interfaz de usuario	FT-SI-2005	Formato Digital
Certificado de pruebas unitarias (adjuntar evidencia de las pruebas en ambiente de desarrollo)		Formato Digital
Dirección y/o URL del ambiente donde se van a realizar las pruebas. (Incluye nombre de la base de datos asociado al ambiente de pruebas).		Formato Digital
Datos necesarios y suficientes de prueba (definir perfiles de usuario acorde con el SIE así mismo como los permisos y roles asociados).		Formato Digital
Plan de migración de datos en caso de requerirse.		Formato Digital
Plan de pruebas diligenciado y firmado por las partes correspondiente.	FT-SI-1849	Formato Digital
Documento que contenga un solo script acumulativo de sentencia en SQL.		Formato Digital
Demo de la solución de software		Formato Digital
Documento que contiene evidencias del resultado de las pruebas desarrolladas y los aspectos claves a tener en cuenta para la corrección de los errores detectados.		Formato Digital
Mapa de despliegue		Formato Digital

Tabla 14 Entregables de Entrada a Procedimiento de Ejecución de Pruebas

4.2.3 Inventario de entregables de Salida del Procedimiento de Ejecución de Pruebas

Entregable	Código	Presentación
Plan de pruebas diligenciado y firmado por las partes correspondiente.	FT-SI-1849	Formato Digital
Formato de funcionalidad y aceptación de pruebas debidamente firmados.	FT-SI-1851	Formato Digital
Informe final de resultados de pruebas.		Formato Digital
Registros de Ejecución de Pruebas		Formato Digital

Tabla 15 Inventario de entregables de Salida del Procedimiento de Ejecución de Pruebas

4.2.4 Entregables de Salida de Ejecución de Pruebas

4.2.4.1 Plan de pruebas diligenciado y firmado por las partes correspondiente.

No.	Actividades
1	Identificación de escenarios y casos de pruebas
2	Diseño de escenarios y casos de pruebas
3	Elaboración de documento de plan de pruebas
4	Revisión y aprobación por las partes del plan de pruebas

Tabla 16 Entregable Procedimiento de Ejecución de Pruebas - Plan de pruebas diligenciado y firmado por las partes

4.2.4.2 Registros de Ejecución de Pruebas

No.	Actividades
1	Preparación de datos de pruebas
2	Preparación de usuarios de pruebas: Perfilamiento y caracterización de usuarios de pruebas.
3	Ejecución de escenarios y casos de pruebas
4	Registro de resultados de ejecución de casos de pruebas

Tabla 17 Entregable Procedimiento de Ejecución de Pruebas – Registros de Pruebas

4.2.4.3 Informe final de resultados de pruebas.

No.	Actividades
1	Elaboración de documento de Informe Pruebas

Tabla 18 Entregable Procedimiento de Ejecución de Pruebas – Informe de Pruebas

4.2.4.4 Formato aceptación de funcionalidad de pruebas debidamente firmados.

No.	Actividades
1	Diligenciamiento de Formato de Aceptación de Pruebas FT-SI-1851
2	Firma de Formato de Aceptación de Pruebas FT-SI-1851

Tabla 19 Entregable Procedimiento de Ejecución de Pruebas – Formato de Aceptación de Pruebas FT-SI-

4.2.5 Evaluación de marcos procedimentales

Estos corresponden a procedimientos formalmente aceptados como mejores prácticas, para la definición de criterios y se acogerán los que más se ajusten, según el entorno de la DIAN.

4.2.5.1 Técnicas de Estimación de Pruebas

Uno de los retos a los que se enfrenta un Gerente de Pruebas al inicio de un proyecto es realizar una buena estimación de tiempos (Hernandez. Abeleira, 2016).

Existen multitud de técnicas de estimación de pruebas, pero su precisión depende siempre (en mayor o menor medida) de la experiencia previa y de la capacidad y conocimientos del equipo (Hernandez. Abeleira, 2016).

ISTQB⁴, por ejemplo, propone 3 técnicas de estimación:

4.2.5.1.1 Estimación experta

Esta técnica consiste en (Hernandez. Abeleira, 2016):

- *Identificar todas las tareas a ejecutar (normalmente utilizando un enfoque descendente (“top down”)).*
- *Obtener estimaciones para cada tarea por los responsables (de su ejecución) o por expertos.*
- *Sumar todos los valores de las tareas. Incluir los factores de corrección (si hay experiencias respecto de la exactitud de ciertos estimadores).*
- *Incluir elementos amortiguadores (buffers)/elementos adicionales, con el objeto de cubrir tareas omitidas o subestimadas.*

4.2.5.1.2 Estimación basada en analogías

Esta técnica consiste en (Hernandez. Abeleira, 2016):

- *Clasificar las tareas de pruebas requeridas.*

⁴ ISTQB® International Software Testing Qualifications Board

- *Buscar un proyecto que se haya desarrollado en el pasado que contenga una tarea similar a una específica.*
- *Utilizar el esfuerzo real de esta tarea como base de la estimación.*
- *A través del uso de métricas (líneas de código, número de módulos, número de casos de prueba, etc.) como base, calcular el valor de la estimación total.*
- *Considerar factores de corrección.*

4.2.5.1.3 Estimación basada en porcentajes

Esta técnica consiste en (Hernandez. Abeleira, 2016):

- *El esfuerzo para las actividades de pruebas se estima sobre la base de la totalidad de las actividades del proyecto.*
- *El valor del porcentaje requiere ser determinado basándose en la experiencia.*
- *La estimación basada en porcentajes no tiene en cuenta el esfuerzo de las pruebas de regresión, que pueden ser una parte sustancial de las pruebas de mantenimiento y asociadas a cambios.*

Actualmente, existen otras técnicas de estimación que encajan mejor con las metodologías ágiles como SCRUM, por ejemplo, el Planning Poker (Hernandez. Abeleira, 2016).

También hay técnicas muy elaboradas que tienen en cuenta multitud de factores, como el TPA (Test Point Analysis) de Sogeti (Hernandez. Abeleira, 2016).

En la línea del TPA se encuentra la técnica de TCPA (Test Case Point Analysis). En Internet se encuentran publicadas múltiples propuestas de aplicación de esta técnica, como por ejemplo las de (Hernandez. Abeleira, 2016).:

- *QA Symphony*
- *Cognizant*
- *Priya Chaudhary y C.S. Yadav*

Evidentemente, todas estas aplicaciones cuentan con muchas similitudes, pero también tienen diferencias, como los factores a considerar, los pesos de dichos factores, las actividades de pruebas contempladas, etc.

Para la estimación de esfuerzo de ejecución de pruebas para el Procedimiento de Ejecución de la DIAN, proponemos un modelo de aplicación del TCPA que aglutina elementos de los métodos referenciados anteriormente.

Este modelo permite estimar el esfuerzo de pruebas (pruebas manuales) tanto en proyectos puramente funcionales como en otros que impliquen pruebas de otro tipo (usabilidad, rendimiento, seguridad, etc.). Esta técnica tiene en cuenta diferentes factores que influyen en la complejidad del diseño y ejecución de los casos de prueba, además de tener en cuenta el resto de tareas de ejecución de pruebas (preparación de datos y de entorno, planificación, etc.).

4.2.5.2 Diseño de Casos de Prueba (TCP-G)

En el diseño de casos de prueba se tienen en cuenta factores de complejidad, como los que relacionamos en la Tabla 20:

ID	Factores	Pesos
1	Número de pasos en el caso de prueba	
2	Llamadas o dependencias de otros casos de prueba	
3	Establecer una línea base de resultados esperados	
Complejidad (sumatorio de Pesos)		

Tabla 20 Factores de Complejidad de Ejecución de Pruebas

Los pesos deben estar comprendidos entre 0 (No Aplicable) y 3 (Complejo):

0 – N/A

1 – Simple

2 – Medio

3 – Complejo

En el caso del factor con **ID = 1** (número de pasos en el caso de prueba), hay que hacer la siguiente operación, asignar un factor o peso, como se puede observar en la Tabla 21:

Número de pasos	Peso
< 5	1
5 < Pasos < 10	2
> 10	3

Tabla 21 Peso Factores de Complejidad Ejecución de Pruebas

Sumando los pesos de los 3 factores se obtienen la Complejidad. Dependiendo del valor de la complejidad se asignan unos TCPs (Test Case Points), como se observa en la Tabla 22:

Tipo de Caso de Prueba	Complejidad	TCPs
Simple	< 3	6
Medio	3-6	8
Complejo	> 6	12

Tabla 22 Cálculo de Puntos por Complejidad de Tipo de Caso de Prueba

Con esta información se calculan los TCP-G a falta de los ajustes finales:

$$\text{TCP-G}_{\text{Sin ajustar}} = (\text{N}^{\circ} \text{ casos Simples} \times \text{TCPs Simples}) + (\text{N}^{\circ} \text{ Casos Medios} \times \text{TCPs Medios}) + (\text{N}^{\circ} \text{ casos Complejos} \times \text{TCPs Complejos})$$

A continuación, hay que tener en cuenta los factores ambientales, por ejemplo, los enunciados en la Tabla 23:

Factores	Pesos de Ajuste
Complejidad del Dominio/Tipo de Aplicación	
Integración con otros dispositivos o Sistemas	
Soporte multi-idioma o multi-país	
Calidad de la documentación	
Peso de Ajuste Total (sumatorio de pesos)	

Tabla 23 Factores de Ajustes de Ejecución de Pruebas

Los pesos se calculan en función de la Tabla 24:

ID	Importancia del factor	Pesos de Ajuste
1	N/A	0
2	Impacto Bajo	0,05
3	Impacto Moderado	0,1
4	Impacto Medio	0,25
5	Impacto Significativo	0,5

Tabla 24 Peso de Factor de Ajuste por Nivel de Impacto de Ejecución de Pruebas

El factor de ajuste final es el siguiente:

$$\text{Factor de Ajuste} = 1 + \text{Peso de Ajuste Total}$$

Por tanto, el **TCP-G ajustado** se calcula así:

$$\text{TCP-G} = \text{TCP-G}_{\text{Sin ajustar}} \times \text{Factor de Ajuste}$$

Posteriormente, transformaremos estos TCP-Gs en horas.

4.2.5.3 Ejecución Manual de Casos de Prueba (TCP-ME)

En la ejecución de los casos de prueba también hay factores, como ejemplo, relacionamos algunos en la Tabla 25, que pueden incrementar la complejidad:

N.º	Factor	Peso
1	Precondiciones y Datos de Prueba	
2	Pasos del Caso de Prueba	
3	Verificación de resultados	

Tabla 25 Factores de Ajustes Ejecución de Pruebas

Los pesos deben estar comprendidos entre 0 (No Aplicable) y 3 (Complejo):

0 – N/A

1 – Simple

2 – Medio

3 – Complejo

En el caso del factor con ID = 2 (número de pasos en el caso de prueba), hay que hacer la siguiente operación:

Número de pasos	Peso
< 5	1
5 < Pasos < 10	2
> 10	3

Tabla 26 Peso de Factor de Ajuste de Ejecución de Pruebas

Sumando los pesos de los 3 factores se obtienen la Complejidad. Dependiendo del valor de la complejidad se asignan unos TCPs (Test Case Points):

Tipo de Caso de Prueba	Complejidad	TCPs
Simple	< 3	6
Medio	3-6	8
Complejo	> 6	12

Tabla 27 Factor de ajuste por Complejidad de Tipo de Casos de Pruebas

Con esta información se calculan los TCP-ME:

$$\text{TCP-ME} = (\text{N}^{\circ} \text{ casos Simples} \times \text{TCPs Simples}) +$$

$$(\text{N}^{\circ} \text{ casos Medios} \times \text{TCPs Medios}) + (\text{N}^{\circ} \text{ casos Complejos} \times \text{TCPs Complejos})$$

Si hubiese que ejecutar un caso de prueba más de 1 vez (por ejemplo, para probar en diferentes navegadores, con distintos sistemas operativos, etc.) deberá multiplicarse el número de TCP-ME de ese caso de prueba por el número de veces que se ejecuta el caso para obtener el esfuerzo total.

4.2.5.4 Otros tipos de pruebas

Si las pruebas que se están realizando no son funcionales Tabla 28, hay que aplicar un factor de corrección adicional a los TCPs calculados anteriormente:

Tipo de Pruebas (TP)	Peso
Pruebas funcionales	1
Usabilidad	1,15
Interfaces	1,25
Base de Datos	1,35
Rendimiento (manual)	1,35
Seguridad	1,40
Algoritmos de cálculo	1,40

Tabla 28 Factor de Ajuste por Tipo de Pruebas

4.2.5.5 Otras tareas de ejecución de pruebas

Además del diseño y la ejecución de casos de prueba, el procedimiento de ejecución de pruebas comprende otras tareas que también hay que considerar y estimar:

Actividades de Ejecución de Pruebas
Estrategia de Pruebas
Configuración del entorno de pruebas
Reuniones
Configuración y parametrización de herramientas de pruebas
Regresión de casos de prueba (de un 10 a un 20% del total de TCP-ME)
Creación de informes
Repetición de casos de pruebas de defectos (suele ser un 10% del total de los TCP-ME)
Rediseño/revisión de casos de prueba (10% del total de la fase de preparación)
Revisión/reescritura de base de pruebas (5% del total de la fase de preparación)

Tabla 29 Otras Actividades de Ejecución de Pruebas

En este caso, la propia experiencia o los tiempos medios de otros proyectos similares en la DIAN son la mejor referencia para realizar una estimación de estas tareas, como el caso del tiempo medio de reuniones, que es de una (1) hora.

4.2.5.6 Cálculo del esfuerzo en horas

La experiencia y formación del equipo de pruebas será determinante para poder calcular el esfuerzo de pruebas en horas.

Las tablas de conversión deben compararse con los datos históricos disponibles para ajustar bien la conversión.

A continuación, se indica una tabla con capacidades estimativas del número de TCP-Gs y el número de TCP-MEs que podría completar 1 persona en una hora.

TCP-G/persona y hora	5 - 6
TCP-ME/persona y hora	10 - 15

4.2.6 Definir criterios que permitan determinar el grado de complejidad de cada actividad

A continuación, se describen los procesos necesarios para determinar el grado de complejidad de las actividades que se desarrollan en el procedimiento de ejecución de pruebas que realiza la DIAN para llevar a cabo las pruebas de los desarrollos que son necesarios. En este sentido, se tiene en cuenta que se adopta el Método de estimación “**Casos de Prueba (TCP-G)**”, para lo cual se definen tres procesos básicos: definición de elementos básicos del modelo, estimaciones a partir de las definiciones y mantener actualizada la base de datos histórica de los proyectos.

4.2.6.1 Definición de elementos Básicos

Consiste en hacer un estudio de proyectos desarrollados en la DIAN, en los últimos años, acorde con lo que la Coordinación de Desarrollo de Sistemas de Información CDSI defina, con lo cual se identificarán los componentes estándares y los respectivos parámetros de estimación, de acuerdo con las variables que también serán definidas.

El objetivo principal de este proceso es que la DIAN tenga una guía para realizar el estudio de procesos ya desarrollados, teniendo como finalidad cumplir con las siguientes tareas:

- Determinar los componentes estándares utilizados en la DIAN para el procedimiento de ejecución de pruebas.
- Crear una base de datos histórica, de acuerdo con el tiempo que se defina, sobre los proyectos desarrollados, involucrando tiempos y recursos que fueron necesarios.
- Definir parámetros de estimación, de acuerdo con los proyectos tenidos en cuenta, teniendo en cuenta que estos deben ser estándares y repetibles.

Para que el proceso de definición de elementos básicos se realice en una forma debidamente ordenada y entendible, se propone tener en cuenta las siguientes actividades y tareas:

- La Subdirección de Gestión de Tecnología de Información y Telecomunicaciones de la DIAN, debe reunirse con la Coordinación para el Desarrollo de los Sistemas de Información CDSI, la Coordinación de Administración Técnica de los Sistemas de Información, la Coordinación de Infraestructura,; con el propósito de identificar las actividades, estándares utilizados en la ejecución de las pruebas de los desarrollos de software y determinar el esfuerzo de cada una de ellas, incluyendo aquellos gestionados con empresas o fábricas de desarrollo externas.
- La Coordinación para el Desarrollo de los Sistemas de Información CDSI de la DIAN recopila la información de los proyectos de codificación, con el objetivo de crear una base de datos histórica, que permita identificar fechas, conceptos, costos y recursos.
- La Coordinación para el Desarrollo de los Sistemas de Información CDSI, a partir de las opciones de los tipos de pruebas a ejecutar en cada proyecto, deberá definir las funcionalidades a probar de cada uno de ellos, calcular el esfuerzo y obtener parámetros de estimación, con el propósito de utilizarlos en proyectos futuros.

4.2.6.2 Proceso de Estimación

En el proceso de estimación de ejecución de pruebas utiliza el método de Casos de Prueba (TCP-G), con lo cual la DIAN contará con un proceso sistemático que le ayudará a realizar estimaciones de tiempo, costo y recursos.

El objetivo general es desarrollar una Guía que le servirá a la DIAN para implantar el uso del método Casos de Prueba (TCP-G), De aquí se desprenden los siguientes objetivos específicos:

- Obtener una estimación de costo y tiempo de las actividades de ejecución de pruebas.
- Identificar las características del contexto de las actividades de ejecución de pruebas del software construidos.
- Identificar los requerimientos y componentes estándares que se tendrán en cuenta en los procesos de ejecución de pruebas.
- Usar la base de datos histórica de proyectos de desarrollo, con el propósito de realizar estimaciones precisas.

En este proceso, también se deben tener en cuenta las entradas, salidas y roles de las actividades a realizar, las cuales se describen a continuación:

- Los usuarios finales, que pueden ser las subdirecciones que tienen la necesidad de desarrollo de un software, generan la definición de nuevos proyectos, entregando las características y requerimientos de estos.
- La Coordinación para el Desarrollo de los Sistemas de Información CDSI de la Subdirección de Gestión de TIC de la DIAN, con base en lo anteriormente mencionado, identifica el contexto del proyecto y busca los parámetros de estimación.
- La Coordinación para el Desarrollo de los Sistemas de Información CDSI de la Subdirección de Gestión de TIC clasifica los requerimientos del procedimiento de ejecución de pruebas en componentes estándares, calcula el tamaño del proyecto y usando los parámetros de estimación, calcula la estimación del costo y duración del proyecto.

4.2.6.3 Actualización de Información Histórica

Para tener éxito y dar continuidad a los procesos relacionados con la estimación del esfuerzo para ejecución de pruebas de los sistemas de información, la DIAN debe contar con un proceso que actualice la base de datos de proyectos o ejecución de pruebas, una vez que el proyecto termina. Teniendo en cuenta que el método que se está planteando corresponde a Casos de Prueba (TCP-G), podemos decir que la actualización de la información histórica nos permite comparar los resultados de estimación y en el futuro, obtener estimaciones más precisas.

En esencia, el objetivo es mantener actualizada la base de datos de la ejecución de las pruebas realizadas, para permitir que las estimaciones tengan un mayor valor de precisión. Esto nos permite considerar los siguientes objetivos secundarios:

- Mantener actualizada la base de datos de proyectos previos.
- Comparar los resultados estimados con los valores reales.
- Actualizar los parámetros de estimación del contexto del proyecto, para mejorar las estimaciones de los proyectos futuros.



Ilustración 4 Método Propuesto de Estimación de Esfuerzo de Ejecución de Pruebas

4.3 Propuesta de Instrumento de Estimación de Esfuerzo Procedimiento de Implantación

4.3.1 Descripción del Procedimiento de Implantación de Sistemas de Información

El propósito fundamental del procedimiento es implantar y capacitar acerca del sistema de información en su totalidad o parcialmente por área de negocio, por medio de la estrategia de implantación por fases, y la realización de todas las actividades necesarias para el paso a producción del mismo, asegurando la disponibilidad de la información (DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia, 2017).

Inicia este procedimiento con el análisis del plan maestro de pruebas y finaliza con el aseguramiento de la puesta en producción. En el presente documento se describen las actividades previas a la implantación del Sistema de Información, como la preparación de la infraestructura necesaria para configurar el entorno, la verificación de la instalación de los componentes, la activación de los procedimientos manuales y automáticos asociados y la migración o carga inicial de datos. Para ello se toman como punto de partida los productos software probados, obtenidos en el subproceso de Construcción de Soluciones Informáticas y su documentación asociada (DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia, 2017).

Es importante que se tengan en cuenta los resultados finales del proceso de versionamiento, con el propósito de definir si lo desarrollado se puede considerar como cambio de versión o si solamente es una modificación o cambio que no implica esto.

Los requisitos de implantación⁵ se deben especificar de forma detallada, generalmente relacionados con la información, infraestructura e instalación, con el fin de preparar y organizar, con la anticipación suficiente, todos los recursos necesarios para la implantación e instalación del Sistema de Información Correspondiente. (DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia, 2017). Lo anterior en el sentido de tener en cuenta los cambios que se exigen a partir de las modificaciones que afectan recursos y en general componentes del sistema operativo.

Uno de los aspectos más importantes en el proceso de implantación, consiste en la generación de las versiones a instalar, procedimiento que es realizado mediante un software especializado en este tema, denominado *StarTeam* o *Subversion*, el cual facilita la asignación de versiones cuando se necesita, y permite dejar rastro de las adecuaciones o cambios realizados y así mismo volver a versiones anteriores, en casos que se presenten fallas en la versión a implementar.

Es importante mencionar que la estimación del esfuerzo se basará en los lineamientos dados por la DIAN en el documento PR-SI-0152 “Implantación de Sistemas de Información”, el cual tiene como objetivo implantar y capacitar acerca del sistema de información en su totalidad o parcialmente por área de negocio o por medio de la estrategia de implantación por fases, y la

⁵ **Implantación** es el proceso de instalar equipos o software ajustado nuevo, como resultado de un análisis y diseño previo, originado por la sustitución o mejoramiento de la forma de llevar a cabo un proceso automatizado.

realización de todas las actividades necesarias para el paso a producción del mismo, asegurando la disponibilidad de la información.

4.3.2 Inventario de entregables de Entrada al Procedimiento de Implantación

Entregable	Código	Presentación
Control de Versión y Cambios.	FT-SI-2280	Formato Digital
Formato de funcionalidad y aceptación de pruebas debidamente firmados.	FT-SI-1851	Formato Digital
Acta de comité de cambios – mesa de trabajo, herramienta de gestión definida para la solicitud de despliegue.		Formato Digital
Mapa de despliegue		Formato Digital
Procedimiento de despliegue del software autorizado para que entre en producción.		Formato Digital
Solicitud puesta en producción		Formato Digital

Tabla 30 Inventario de Entregables de Entrada al Procedimiento de Implantación

4.3.3 Inventario de entregables de Salida del Procedimiento de Implantación

Entregable	Código	Presentación
Acta de comité de cambios – mesa de trabajo, herramienta de gestión definida para la solicitud de despliegue.		Formato Digital
Mapa de despliegue Actualizado		Formato Digital

Tabla 31 Inventario de entregables de Salida del Procedimiento de Implantación

4.3.4 Cada entregable tendrá un árbol de actividades que lo componen

4.3.4.1 Acta de comité de cambios – Mesa de trabajo, herramienta de gestión definida para gestionar la solicitud de autorización de despliegue

No.	Actividad
1	Registro de Requerimiento para presentación de solicitud a Comité de Cambios de la Subdirección de Gestión de TIT

No.	Actividad
2	Presentación de solicitud de autorización de despliegue en reunión de Comité de Cambios de la Subdirección de Gestión de TIT
3	Apoyo técnico a ingenieros del Grupo de BD, en ejecución de scripts de creación de objetos y migración de datos y parámetros de configuración del SIE o funcionalidad.
4	Apoyo técnico a ingenieros del Grupo de Despliegues, en ejecución de configuración de servidores y despliegue de componentes de software del SIE o funcionalidad.
5	Apoyo técnico a ingenieros del Grupo de Seguridad, en configuración de permisos de habilitación de acceso a servidores del SIE o funcionalidad a usuarios del SIE.
6	Verificación de la funcionalidad del SIE o funcionalidad, revisando logs de los servidores y/o cambios de BD.
7	Registro de notas de evaluación en Requerimiento para presentación de solicitud a Comité de Cambios de la Subdirección de Gestión de TIT.
8	Cierre de los casos resueltos satisfactoriamente
10	Cierre de Acta de Comité de Cambios

Tabla 32 Actividad de Implantación – Presentación Solicitud a Comité de Cambios

4.3.4.2 Mapa de despliegue Actualizado

No.	Actividad
1	Registro de actualizaciones del Mapa de Despliegue con las configuraciones o cambios ejecutados por los ingenieros del Grupo de Despliegues

Tabla 33 Actividad de Implantación – Actualización Mapa de Despliegue

4.3.5 Evaluación de marcos procedimentales

Corresponde a aquello que se encuentran formalmente aceptados como mejores prácticas, para la definición de criterios y se acoger los que más se ajusten, según el entorno de la DIAN.

4.3.5.1 Técnica de estimación de la EDT

Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), en Gestión de Proyectos e Ingeniería de Sistemas, es una descomposición orientada a entregables de un proyecto en componentes más pequeños. La Dirección de Proyectos (PMBOK) define la Estructura de Desglose del Trabajo EDT

como una "descomposición jerárquica orientada a entregables del trabajo a ser ejecutado por el equipo del proyecto." (w3ii.com, 2016)

Los elementos de EDT pueden ser un producto, datos, servicio, o cualquier combinación de los mismos. También proporciona el marco necesario para la estimación de costos detallada y control además de proporcionar una guía para el desarrollo del programa y el control (w3ii.com, 2016).

4.3.5.2 Representación de la EDT

La EDT se representa como una lista jerárquica de las actividades de trabajo del proyecto. Hay dos formatos:

- Vista del esquema (Formato corrugado)
- Estructura de Vista de árbol (Organigrama)

Como primero revisamos cómo utilizar la vista de esquema para la preparación de una EDT.

4.3.5.2.1 Vista del esquema

La vista de esquema es un diseño muy fácil de usar. Presenta una buena vista de todo el proyecto y permite modificaciones fáciles también. Se utilizan los números para registrar las distintas fases de un proyecto. Se ve un tanto similar a la siguiente -

4.3.5.2.2 Actividades del procedimiento de Implantación

No.	Actividad
1	Registro de Requerimiento para presentación de solicitud a Comité de Cambios de la Subdirección de Gestión de TIT
2	Presentación de solicitud de autorización de despliegue en reunión de Comité de Cambios de la Subdirección de Gestión de TIT
3	Apoyo técnico a ingenieros del Grupo de BD, en ejecución de scripts de creación de objetos y migración de datos y parámetros de configuración del SIE o funcionalidad.

No.	Actividad
4	Apoyo técnico a ingenieros del Grupo de Despliegues, en ejecución de configuración de servidores y despliegue de componentes de software del SIE o funcionalidad.
5	Apoyo técnico a ingenieros del Grupo de Seguridad, en configuración de permisos de habilitación de acceso a servidores del SIE o funcionalidad a usuarios del SIE.
6	Verificación de la funcionalidad del SIE o funcionalidad, revisando logs de los servidores y/o cambios de BD.
7	Registro de notas de evaluación en Requerimiento para presentación de solicitud a Comité de Cambios de la Subdirección de Gestión de TIT.
8	Cierre de los casos resueltos satisfactoriamente
10	Cierre de Acta de Comité de Cambios
11	Registro de actualizaciones del Mapa de Despliegue con las configuraciones o cambios de estas ejecutadas por los ingenieros del Grupo de Despliegues

Tabla 34 Actividad del Procedimiento de Implantación

4.3.5.2.3 Estructura Vista de árbol

La estructura de vista de árbol presenta una visión muy fácil de entender de todo el proyecto. La vista de estructura de árbol se parece a una estructura de organigrama, que puede ser fácilmente dibujada con las características disponibles en MS-Word (w3ii.com, 2016).

4.3.5.2.4 Esquema Representación de la EDT

Actividad EDT - El sistema se divide en función de las actividades en el sistema. Las actividades se subdividen en tareas. Esto es útil en la estimación de esfuerzo y el horario en el sistema (w3ii.com, 2016).

4.3.5.2.5 Tamaño estimado

Paso 1 - Comience la EDT con elementos funcionales.

Paso 2 - Considere los nodos.

Paso 3 - Use cualquier analogía como Delphi para llegar a las estimaciones de tamaño.

4.3.5.2.6 Estimación De Esfuerzo

Paso 1 - Uso de Técnica Delphi para la construcción de la EDT. Sugerimos que las tareas no deben tener más de 8 horas. Si una tarea es de mayor duración, dividirlo.

Paso 2 - Uso de Técnica Delphi o Estimación de tres puntos para llegar a las estimaciones de esfuerzo para las tareas.

4.3.5.2.7 Programación

Una vez que la EDT está lista y se conocen las estimaciones de tamaño y esfuerzo, ya está listo para la programación de las tareas. Para la programación de las tareas, deben tenerse en cuenta (w3ii.com, 2016):

- *Precedencia - Una tarea que debe ocurrir antes de que otro se dice que tiene precedencia sobre la otra.*
- *La concurrencia - tareas concurrentes son aquellos que pueden ocurrir al mismo tiempo (en paralelo).*
- *Ruta Crítica - conjunto específico de tareas secuenciales en los que la fecha de finalización del proyecto depende de la ruta más eficiente*

Todos los proyectos tienen una ruta crítica. Acelerar las tareas no críticas no acorta directamente el programa.

4.3.5.2.8 Método del camino crítico

Método del Camino Crítico (CPM) es el proceso para determinar y optimizar la ruta crítica.

Ruta a tareas no críticas pueden comenzar más temprano o más tarde sin afectar la fecha de finalización. La ruta crítica puede cambiar a otra mientras se reduce el actual (w3ii.com, 2016).

4.3.5.2.9 Diagrama de Gantt

Un diagrama de Gantt es un tipo de gráfico de barras, adaptada por Henry Gantt en la década de 1910, que ilustra un calendario del proyecto. El diagrama de Gantt ilustra el inicio y el

final de las fechas de las tareas y elementos de conexión y de resumen de un proyecto (w3ii.com, 2016).

Los hitos son las tareas críticas. Tendrán una duración de cero y se utiliza para indicar que se ha completado cierto conjunto de tareas. Los hitos por lo general se representan como un diamante (w3ii.com, 2016).

4.3.5.3 Técnica de estimación de tres puntos

Estimación de tres puntos se ocupa de tres valores (w3ii.com, 2016):

- Estimación más optimista (O),
- Estimación más probable (M), y
- Estimación pesimista (menos probable (L)).

La estimación de tres puntos (E) se basa en el promedio simple y sigue distribución triangular.

$$E = (O + M + L) / 3$$

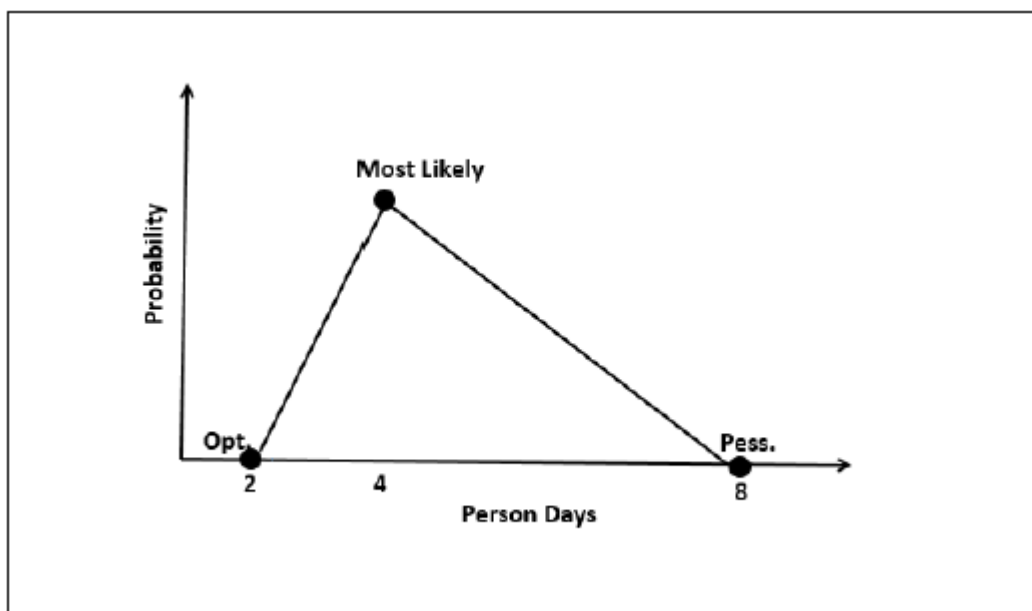


Ilustración 5 Estimación de Tres Puntos – Basada en Promedio Simple de Distribución Triangular

Desviación estándar

En distribución triangular,

$$\text{Media} = (O + M + L) / 3$$

$$\text{Desviación estándar} = \sqrt{[(O - E)^2 + (M - E)^2 + (L - E)^2] / 2}$$

4.3.5.4 Pasos de estimación de Tres puntos (w3ii.com, 2016)

Paso 1 - Llegada a la EDT.

Paso 2 - Para cada tarea, encontrar tres valores - estimación más optimista (O), una estimación más probable (M), y una estimación pesimista (L).

Paso 3 - Calcular la media de los tres valores.

$$\text{Media} = (O + M + L) / 3$$

Paso 4 - calcular la estimación de tres puntos de la tarea. Estimación de tres puntos es la media.

Por lo tanto,

$$E = \text{Media} = (O + M + L) / 3$$

Paso 5 - Se calcula la desviación estándar de la tarea.

$$\text{La desviación estándar (DE)} = \sqrt{[(O - E)^2 + (M - E)^2 + (L - E)^2] / 2}$$

Paso 6 - Repetir los pasos 2, 3, 4 para todas las tareas en la EDT.

Paso 7 - calcular la estimación de tres puntos del proyecto.

$$E (\text{Proyecto}) = \Sigma E (\text{tareas})$$

Paso 8 - calcular la desviación estándar del proyecto.

$$SD (\text{Proyecto}) = \sqrt{(\Sigma SD (\text{Tarea})^2)}$$

4.3.5.4.1 Convertir las estimaciones del proyecto a niveles de confianza (w3ii.com, 2016)

a estimación de tres puntos (E) y la desviación estándar (SD) así calculado se utilizan para convertir las estimaciones del proyecto a "niveles de confianza" (w3ii.com, 2016).

La conversión se basa de manera que

- *Nivel de confianza en $E \pm SD$ es de aproximadamente 68%.*
- *Nivel de confianza en el valor de $E \pm 1.645 \times SD$ es de aproximadamente 90%.*
- *Nivel de confianza en el valor de $E \pm 2 \times SD$ es de aproximadamente 95%.*
- *Nivel de confianza en el valor de $E \pm 3 \times SD$ es de aproximadamente 99,7%.*
- *Comúnmente, el 95% de nivel de confianza, es decir, E calidad-precio y además; $2 \times SD$, se utiliza para todas las estimaciones de proyectos y tareas.*

A continuación, se describen los procesos necesarios para determinar el grado de complejidad de las actividades que se desarrollan en el procedimiento de implantación que realiza la DIAN para llevar a cabo el despliegue de los desarrollos que son necesarios. En este sentido, se tiene en cuenta que se adopta el Método de estimación “**Técnica de estimación de la EDT**”, para lo cual se definen tres procesos básicos: definición de elementos básicos del modelo, estimaciones a partir de las definiciones y mantener actualizada la base de datos histórica de los proyectos.

4.3.5.5 Definición de elementos Básicos

Consiste en hacer un estudio de proyectos desarrollados en la DIAN, en los últimos años, acorde con lo que la Coordinación de Desarrollo de Sistemas de Información CDSI defina, con lo cual se identificarán los componentes estándares y los respectivos parámetros de estimación, de acuerdo con las variables que también serán definidas.

El objetivo principal de este proceso es que la DIAN tenga una guía para realizar el estudio de procesos ya desarrollados, teniendo como finalidad cumplir con las siguientes tareas:

- Determinar los componentes estándares utilizados en la DIAN para el procedimiento de implantación.

- Crear una base de datos histórica, de acuerdo con el tiempo que se defina, sobre los proyectos desarrollados, involucrando tiempos y recursos que fueron necesarios.
- Definir parámetros de estimación, de acuerdo con los proyectos tenidos en cuenta, teniendo en consideración que estos deben ser estándares y repetibles.

Para que el proceso de definición de elementos básicos se haga en una forma debidamente ordenada y entendible, se propone tener en cuenta las siguientes actividades y tareas:

- La Coordinación de Desarrollo de Sistemas de Información CDSI de la DIAN, debe reunirse con la Coordinación de Gestión de Infraestructura, la Coordinación de Dinámica de los Procesos, la Coordinación de Soporte Técnico a Usuarios y el Comité de Gestión de Cambios de Tecnología,; con el propósito de identificar las actividades, estándares utilizados para el despliegue en producción de los desarrollos de software y determinar el esfuerzo de cada una de ellas, incluyendo aquellos gestionados con empresas o fábricas de desarrollo externas.
- La Coordinación de Desarrollo de Sistemas de Información CDSI de la DIAN recopila la información de los proyectos de desarrollo de software, con el objetivo de crear una base de datos histórica, que permita identificar fechas, conceptos, costos y recursos.
- La Coordinación de Desarrollo de Sistemas de Información CDSI de la DIAN, a partir de las actividades de despliegue a ejecutar en cada proyecto, deberá definir las funcionalidades de cada uno de ellos, calcular el esfuerzo y obtener parámetros de estimación, con el propósito de utilizarlos en proyectos futuros.

A continuación, se presenta un diagrama de los procesos especificados:

4.3.5.6 Proceso de Estimación

En el proceso de estimación para el procedimiento de implantación se utiliza la ***Técnica de estimación de la EDT de Tres puntos***, con lo cual la DIAN contará con un proceso sistemático que le ayudará a realizar estimaciones de tiempo, costo y recursos.

El objetivo general es desarrollar una Guía que le servirá a la DIAN para adoptar el uso de la *Técnica de estimación de la EDT de Tres Puntos*. De aquí se desprenden los siguientes objetivos específicos:

- Obtener una estimación de costo y tiempo de las actividades del procedimiento de implantación.
- Identificar las características del contexto de las actividades de implantación del software construido.
- Identificar los requerimientos y componentes estándares que se tendrán en cuenta en las actividades del procedimiento de implantación.
- Usar la base de datos histórica de proyectos de desarrollo, con el propósito de realizar estimaciones precisas.

En este proceso, también se deben tener en cuenta las entradas, salidas y roles de las actividades a realizar, las cuales se describen a continuación:

- Los usuarios finales, que pueden ser las subdirecciones que tienen la necesidad de desarrollo de un software, generan la definición de nuevos proyectos, entregando las características y requerimientos de estos.
- La Coordinación de Desarrollo de Sistemas de Información CDSI de la DIAN, con base en lo anteriormente mencionado, identifica el contexto del proyecto y busca los parámetros de estimación.
- La Coordinación de Desarrollo de Sistemas de Información CDSI de la DIAN, clasifica las actividades del procedimiento de implantación en actividades estándares, calcula el tamaño del proyecto y usando los parámetros de estimación, calcula la estimación del costo y duración del proyecto.

A continuación, se muestra una gráfica que contiene los pasos necesarios para obtener la estimación del esfuerzo:

4.3.5.7 Actualización de Información Histórica

Para tener éxito y dar continuidad a los procesos relacionados con la estimación del esfuerzo para implantación de los sistemas de información, la DIAN debe contar con un proceso que actualice la base de datos de proyectos o actividades de implantación de estos, una vez que el proyecto termina. Teniendo en cuenta que el método que se está planteando corresponde a la **Técnica de estimación de la EDT**, podemos decir que la actualización de la información histórica nos permite comparar los resultados de estimación y en el futuro, obtener estimaciones más precisas.

En esencia, el objetivo es mantener actualizada la base de datos de las actividades del procedimiento de implantación realizadas, para permitir que las estimaciones tengan un mayor valor de precisión. Esto nos permite considerar los siguientes objetivos secundarios:

- Mantener actualizada la base de datos de proyectos previos.
- Comparar los resultados estimados con los valores reales.
- Actualizar los parámetros de estimación del contexto del proyecto, para mejorar las estimaciones de los proyectos futuros.



Ilustración 6. Método Propuesto de Estimación Esfuerzo Implantación SI

5 EJECUCIÓN DE PRUEBA PILOTO DEL INSTRUMENTO DE ESTIMACIÓN DE ESFUERZO

En este capítulo se registrará el resultado de la ejecución de la prueba piloto para evidenciar la aplicación del instrumento de valoración de esfuerzo de construcción de sistemas de información.

5.1 Prueba Piloto Estimación Esfuerzo Procedimiento Codificación

El Método de Puntos-Función es debido a Albretch y está basada en el diseño, sugiere que podría estimarse el tamaño de un Sistema Software teniendo en cuenta las diferentes funciones que el software deberá de realizar, y posteriormente asignando un valor, en puntos, a cada una de esas funciones. En general, el método consiste en contar las funciones que debe realizar el software, ajustarlas según su complejidad y hacer una estimación basada en la suma de los pesos de los Puntos-Función resultantes (Albrecht, 1983).

Albretch propone, a partir del diseño, contar las siguientes funciones:

1. Número de entradas externas
2. Número de salidas externas
3. Número de ficheros lógicos internos
4. Número de ficheros de interface
5. Número de consultas externas

El número total de funciones de cada clase se ajusta posteriormente según su complejidad, multiplicándolo por un valor determinado, que varía entre 3 y 15 dependiendo de si la función es simple, tiene una complejidad promedio o es una función compleja. A continuación, se sumarían los resultados y se obtendría el total de Puntos-Función iniciales, PF.

PUNTOS FUNCIÓN		COMPLEJIDAD		
NOMBRE	DESCRIPCION	Baja	Media	Alta
Entrada externa	Cada Entrada Externa es un proceso elemental a través del cual se permite la entrada de datos al sistema. Estos datos provienen bien de una aplicación ajena al sistema, o bien del usuario, el cual los introduce a través de una pantalla de entrada de datos (órdenes concretas, nombres de ficheros, selecciones de menús, etc...). No se incluyen las consultas o peticiones interactivas al sistema, ya que éstas se contabilizan por separado. Los datos de entrada son usados para mantener uno o más Ficheros Lógicos Internos (archivos maestros), siempre y cuando no representen información de control del sistema. Para determinar las Entradas Externas, se suelen examinar las pantallas de introducción de datos, los cuadros de diálogo y el formato de los formularios de entrada, si es que existen. Además, si se trata de entradas procedentes de otras aplicaciones distintas, éstas deberán necesariamente actualizar los Ficheros Lógicos Internos del sistema que se pretende medir.	0 a 1 ficheros - 1 a 15 datos distintos 2 a 3 ficheros - 1 a 4 datos distintos	0 a 1 ficheros - más 16 datos distintos 2 a 3 ficheros - 5 a 15 datos distintos más 3 ficheros - 1 a 4 datos distintos	2 a 3 ficheros - más 16 datos distintos más 3 ficheros - 5 a 15 datos distintos más 3 ficheros - más 16 datos distintos
Salida externa	Cada Salida Externa es un proceso elemental a través del cual se permite la salida de datos del sistema. Estos datos suelen ser los resultados derivados de la ejecución de algoritmos o la evaluación de fórmulas, y generan informes (reports) o archivos de salida que sirven de entrada a otras aplicaciones. En la creación de estos informes o archivos de salida intervienen uno o más Ficheros Lógicos Internos o uno o más Ficheros Externos de Interfaz. Una forma de determinar las Salidas Externas de un sistema es observar los posibles informes de salida de datos y los formatos de los ficheros que sirven a otras aplicaciones	0 a 1 ficheros - 1 a 5 datos distintos 2 a 3 ficheros - 1 a 5 datos distintos 2 a 3 ficheros - 6 a 19 datos distintos	0 a 1 ficheros - más 20 datos distintos 2 a 3 ficheros - 6 a 19 datos distintos más 4 ficheros - 1 a 5 datos distintos	2 a 3 ficheros - más 20 datos distintos más 4 ficheros - 6 a 15 datos distintos más 4 ficheros - más 20 datos distintos

PUNTOS FUNCIÓN		COMPLEJIDAD		
NOMBRE	DESCRIPCION	Baja	Media	Alta
Consulta externa (o peticiones al sistema)	Cada Consulta Externa es un proceso elemental con componentes de entrada y de salida que consiste en la selección y recuperación de datos de uno o más Ficheros Lógicos Internos o de uno o más Ficheros Externos de Interfaz, y su posterior devolución al usuario o aplicación que los solicitó. Se trata, entonces, de peticiones interactivas que requieren una respuesta del sistema. En el proceso de entrada no se actualiza ningún Fichero Lógico Interno, y en el proceso de salida los datos devueltos no contienen datos derivados (es decir, datos resultantes de la ejecución de algoritmos o la evaluación de fórmulas). Al igual que sucedía con las Entradas Externas, una posible forma de detectar las Consultas Externas es examinando los formularios de entrada, las pantallas de entrada de datos, los cuadros de diálogo, etc	0 a 1 ficheros - 1 a 5 datos distintos 2 a 3 ficheros - 1 a 5 datos distintos 2 a 3 ficheros - 6 a 19 datos distintos	0 a 1 ficheros - más 20 datos distintos 2 a 3 ficheros - 6 a 19 datos distintos más 4 ficheros - 1 a 5 datos distintos	2 a 3 ficheros - más 20 datos distintos más 4 ficheros - 6 a 15 datos distintos más 4 ficheros - más 20 datos distintos
Archivo lógico internos (o archivos maestros)	Un Fichero Lógico Interno es un conjunto de datos definidos por el usuario y relacionados lógicamente, que residen en su totalidad dentro de la propia aplicación, y que son mantenidos a través de la Entradas Externas del sistema. Para determinar los posibles Ficheros Lógicos Internos se suelen examinar los modelos físicos y/o lógicos preliminares, los formatos de tablas, las descripciones de bases de datos, etc	1 ficheros -1 a 19 datos distintos 2 a 5 ficheros - 20 a 50 datos distintos 2 a 5 ficheros - 1 a 19 datos distintos	1 ficheros -más 51 datos distintos 2 a 5 ficheros - 20 a 50 datos distintos más 6 ficheros - 1 a 19 datos distintos	2 a 5 ficheros - más 51 datos distintos 2 a 5 ficheros - más 51 datos distintos más 6 ficheros - más 51 datos distintos
Archivo externo de interfaz	Un Fichero Lógico Interno es un conjunto de datos definidos por el usuario y relacionados lógicamente, que residen en su totalidad dentro de la propia aplicación, y que son mantenidos a través de la Entradas Externas del sistema. Para determinar los posibles Ficheros Lógicos Internos se suelen examinar los modelos físicos y/o lógicos preliminares, los formatos de tablas, las descripciones de bases de datos, etc	1 ficheros -1 a 19 datos distintos 2 a 5 ficheros - 20 a 50 datos distintos 2 a 5 ficheros - 1 a 19 datos distintos	1 ficheros -más 51 datos distintos 2 a 5 ficheros - 20 a 50 datos distintos más 6 ficheros - 1 a 19 datos distintos	2 a 5 ficheros - más 51 datos distintos 2 a 5 ficheros - más 51 datos distintos más 6 ficheros - más 51 datos distintos

Tabla 35 Puntos Función, los sistemas están divididos en cinco componentes básicos (IEPUG, International Function Point Users' Group, 1994)

A continuación, se exponen los elementos que componen el modelo, con el fin de garantizar el uso adecuado del instrumento de estimación.

5.1.1 Identificación Funcionalidades Estándar - implementa Software para los SI MUISCA

En desarrollo de este trabajo se identificó funcionalidades estándares que solicitan las áreas de gestión misionales que se implemente en el software que requiere para el cumplimiento de sus objetivos misionales como, por ejemplo, la proyección, aprobación, firma y notificación de actos administrativo, o como es el caso, la recepción, procesamiento y disposición de información para sus funcionales de recaudación y/o fiscalización.

Estas funcionalidades estándares para la construcción de un servicio informático electrónico SIE en la DIAN se identificaron y elaboró catálogo, para que, a partir de la solicitud del área funcional, en el procedimiento de especificación de requerimientos se identifique cada una de las que debe especificar en requerimientos, análisis y diseño, codificación, ejecución y pruebas, e implantación.

5.1.2 Mapeo Funcionalidad Estándar - implementa Software SI MUISCA con PF Estándar

Una vez se identificó las funcionalidades estándares que implementa el Software para los Sistemas Información MUISCA, se procedió a mapear los puntos de función como una de las cinco funcionalidades estándares de la metodología de Puntos de Función PF. Como ejemplo, podemos mencionar que la funcionalidad de consultar de actos administrativos pendientes de revisión y aprobación corresponde a una Salida Externa del método de Puntos de Función PF.

A continuación, en la Tabla 36 se observa una muestra del mapeo de las funcionalidades estándares que implemente el software de los sistemas de información MUISCA con una de las funcionalidades estándares del método de Puntos de Función. Como ejemplo, podemos ilustrar la funcionalidad de proyectar un acto administrativo, para esto se debe codificar un formulario de

registro de datos por pantalla, funcionalidad que mapeamos como Archivo de Interfaz Externa de del Estándar de Puntos de Función PF.

CATALOGO DE PUNTOS DE FUNCIÓN			
Funcionalidad Global	Funcionalidad	Puntos de Función	Tipo
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Consultar tareas pendientes por proyectar	Consulta Externa
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Implementar interfaz de proyectar	Archivo de interfaz externo
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Aplicar reglas de validación	Consulta Externa
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Construir Plantilla (.odt)	Entrada externa
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Editar Plantilla (Interfaz de usuario)	Entrada externa
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Almacenar borrador	Archivo lógico Interno
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Generar acto en PDF	Salida externa
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Reparto y asignación de tareas	Entrada externa
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Gestionar expediente	Archivo lógico Interno

Tabla 36 Mapeo funcionalidades estándares SI MUISCA con PF del método de Puntos de Función

En el Anexo 1, se definió el catálogo completo de funcionalidades de los sistemas de información MUISCA con una de las funcionalidades del estándar de Puntos de Función.

5.1.3 Componentes Estándares de Software Sistemas MUISCA

Corresponde a los componentes de software estándares que se codifican en la construcción de sistemas de información MUISCA o funcionalidades de éstos, según su naturaleza. Estos componentes los relacionamos en la Tabla 37.

COMPONENTE	DESCRIPCION
JAVA	
Servicio	Conjunto de clases que consultan, actualizan o modifican datos de una o varias tablas. El servicio está compuesto por clases que contienen la lógica de acceso a la base de datos (DAOs). El servicio puede estar compuesto por más servicios y contiene una lógica de negocio específica.
Acción	Clase que puede contener 1 o más servicios. Son utilizadas principalmente en: las clases WBO para administrar las transacciones en la capa web; tareas programadas para implementar procesos que se deben ejecutar cada intervalo de tiempo; Work Flows que contienen lógica basada en servicios que son ejecutados asíncronamente. Se complementa con el aseguramiento en la base de datos de la acción utilizando roles del sistema.
Web Services	Servicio Muisca expuesto para que sea consumido por otro servicio Muisca o un sistema externo. Consulta, inserta o modifica información de la base de datos Muisca con base en los parámetros recibidos en el llamado del web service. Contiene parametrización en base de datos.
Función PNUT	Código java almacenado en la base de datos que se ejecuta en el servidor de aplicaciones y que se utiliza para validar los valores de las casillas de un documento. También se utiliza para homologar y dehomologar valores en algunas casillas de un documento.
Función JavaScript	Porción de código contenida en un archivo js o una página web que se ejecuta en el navegador, que contiene validaciones sobre elementos de una página web y/o comportamiento sobre estos elementos.
Página XHTML o JSF	Archivo jsp o html que contiene los elementos de una página web. Incluye la clase WBO que relaciona los elementos de la página web con los atributos de la base de datos. También incluye los archivos xml de configuración de la página jsp (titles-defs.xml).
DTO	Definición de Objeto de Transporte que contiene los atributos y operaciones de una entidad del sistema.
DAO	Objeto de Acceso a la Base de datos que sumista la interfaz de acceso de los servicios muisca a la base de datos.
ManagedBean (WBO)	Web Bussines Object. Objeto que suministra la comunicación entre la capa de presentación y la capa de negocio (acciones muiscas), Incluye la parametrización en los archivos xml de configuración (faces-config-beans).
ORACLE	

COMPONENTE	DESCRIPCION
JAVA	
Package	Elemento almacenado en la base de datos que puede agrupar procedimientos y funciones con un propósito específico.
Store Procedure	Programa almacenado físicamente en la base de datos que puede recibir unos parámetros y es utilizado comúnmente para ejecutar operaciones directamente sobre el motor de base de datos.
Trigger	Programa asociado a una tabla y se almacena en la base de datos. Se ejecuta cuando sucede algún evento (inserción, actualización, borrado), definido sobre la tabla a la que se encuentra asociado.
Funciones	Bloque de código almacenado en la base de datos que puede recibir unos parámetros y devuelve un resultado.
Tablas	Estructura almacenada en la base de datos que contiene la definición de atributos de una entidad y sus relaciones con otras tablas. Almacena la información del negocio.
Vistas	Es una consulta almacenada en la base de datos representada en una tabla (virtual) a partir de un conjunto de tablas.
Secuencia	Objeto almacenado en la base de datos que se emplea para generar valores enteros secuenciales únicos.

Tabla 37 Artefactos comunes de codificación sistemas MUISCA

5.1.4 Factores de Complejidad por Componente de Software Estándar para SI MUISCA

Corresponde a la valoración de ciertos criterios o factores objetivos, que afectan directamente el tiempo de codificación y que están determinados por la información documentada en los documentos de análisis y diseño para cada uno de los componentes de software del sistema de información MUISCA o funcionalidad. Los factores, complejidad y valores para cada uno de los componentes de software de la arquitectura de los sistemas de información MUISCA. En la Tabla 38, observamos como para la codificación del componente Servicio, se define como criterio las operaciones de CRUD –Creación, lectura, actualización y borrado- para la codificación de persistencia y el grado de complejidad el número de elementos de datos que involucra la una de estas operaciones que implica la codificación de clases, métodos o propiedades.

CRITERIOS DE COMPLEJIDAD COMPONENTES DE CODIFICACIÓN			
COMPONENTE	CRITERIO		
Servicio	Manejo de la persistencia (CRUD) - Clases / métodos / propiedades		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	≤ 5	$> 5 \text{ Y } < 10$	≥ 10
	0,5	1	1,5

Tabla 38 Factores de Complejidad por Componente de Software Estándar para Sistemas de Información MUISCA

En el Anexo 2, definimos la valoración de criterios o factores objetivos, que afectan directamente el tiempo de codificación para cada uno de los componentes de software del sistema de información MUISCA o funcionalidad. En éste anexo podemos observar los factores, complejidad y valores para cada uno de los componentes de software de la arquitectura de los sistemas de información MUISCA

5.1.5 Ponderación de Complejidad para cada componente del estándar de Puntos de Función PF del estándar

Para cada una de los Puntos de Función PF del estándar, se identificó que componentes de software se deben codificar para los sistemas de información MUISCA, determinando si aplicaban o no y se mapeo determinando para cada nivel de complejidad –baja, media o alta- el esfuerzo de horas para codificación de un ingeniero, en la Tabla 39, observamos los valores estimados calculados para el Archivo lógico Interno.

PUNTOS DE FUNCION	COMPONENTE DE CODIFICACIÓN	APLICA	BAJA	MEDIA	ALTA
Archivo lógico Interno	Servicio	SI	0,5	1	1,5
	Acción	SI	0,5	1	1,5
	Helper	NO	0	0	0
	Delegado	NO	0	0	0
	Exponer Interfaz del Sistema B2B	NO	0	0	0
	Consumir Interfaz del Sistema B2B	NO	0	0	0
	Validaciones da datos de entrada	SI	0,5	1	1,5
	DTO Objeto de transporte	SI	0,5	1	1,5

PUNTOS DE FUNCION	COMPONENTE DE CODIFICACIÓN	APLICA	BAJA	MEDIA	ALTA
	DAO Objeto de Persistencia	SI	0,5	1	1,5
	WBO	SI	0,5	1	1,5
	Procedimientos almacenados/funciones	NO	0	0	0
	Trigger	SI	0,5	1	1,5
	Modelo de datos Estructurado / Semiestructurado	SI	0,5	1	1,5
	Vistas	SI	0,5	1	1,5
	Diseño Gráfico Interfaz de usuario	SI	0,5	1	1,5
	Especificación campos de interfaz de usuario	SI	0,5	1	1,5
	Aseguramiento de Interfaces	SI	0,5	1	1,5
	Diseño Gráfico Reportes	NO	0	0	0
	Especificación campos de reportes	NO	0	0	0
	Diagrama Secuencia	SI	0,5	1	1,5
	Diagrama de Maquina de estados	NO	0	0	0
	Diagrama de clases	SI	0,5	1	1,5
	Definición de Roles	SI	0,5	1	1,5
	Servicio	SI	0,5	1	1,5
Total			7,5	15	22,5

Tabla 39 Estimación de Esfuerzo por Nivel de Complejidad para cada componente Muisca que conforma cada Tipo del Estándar del Método PF

En el Anexo 3, para cada una de los Puntos de Función PF del estándar, se identificó que componentes de software se deben codificar para los sistemas de información MUISCA, determinando si aplicaban o no y se mapeo determinando para cada nivel de complejidad –baja, media o alta- el esfuerzo de horas para codificación de un ingeniero.

5.1.6 Determinación del Nivel de Complejidad de los Componentes Estándares de Software de los Sistemas de Información MUISCA

De acuerdo con la suma aritmética del valor asignado a cada uno de los Factores de Complejidad transformados a valores numéricos se determina la complejidad para cada componente estándar de software de los sistemas de información MUISCA, como se observa en la Tabla 40.

CODIFICACION	Complejidad-CODIFICACIÓN			Complejidad (Ajustada con Historia) CODIFICACIÓN		
	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta
Archivo de interfaz externo	6	12	18	6	12	18
Archivo lógico Interno	7,5	15	22,5	7,5	15	22,5
Consulta Externa	3,5	7	10,5	3,5	7	10,5
Entrada externa	7	14	21	7	14	21
Salida externa	5,5	11	16,5	5,5	11	16,5

Tabla 40 Niveles de Complejidad de Cada Componente y determinación del factor de ponderación

De acuerdo con el valor de la sumatoria de la complejidad para cada componente, para cada requerimiento funcional que codifiquemos para un sistema de información MUISCA se define el Nivel de Complejidad, según los rangos definidos en la Tabla 41.

Sumatoria de Valores de todos los Factores de Complejidad	Nivel de Complejidad
Menor que 50	Baja
Entre 51 y 119	Media
Mayor que 120	Alta

Tabla 41 Niveles de Complejidad

5.1.7 Matriz de Ponderación Hora/Ingeniero para cada Funcionalidad Estándar que se Codifica para un SI MUISCA vs. Nivel de Complejidad

Dado que el tiempo estimado (horas) para la codificación depende de manera combinada, del Tipo de Componente y de su Nivel de Complejidad, en la Tabla 42, se muestra la ponderación para cada una de las combinaciones posibles entre estos dos valores.

CODIFICACION	Complejidad-CODIFICACIÓN			Complejidad (Ajustada con Historia) CODIFICACIÓN		
	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta
Archivo de interfaz externo	6	12	18	6	12	18
Archivo lógico Interno	7,5	15	22,5	7,5	15	22,5
Consulta Externa	3,5	7	10,5	3,5	7	10,5
Entrada externa	7	14	21	7	14	21
Salida externa	5,5	11	16,5	5,5	11	16,5

Tabla 42 Ponderación Combinada para Tipo de Componente vs. Nivel de Complejidad

5.1.8 Cálculo de Estimación de Esfuerzo hora/ingeniero para codificación de cada funcionalidad estándar de software de los sistemas de información MUISCA

Para la codificación de cada funcionalidad estándar de software de un sistemas de información MUISCA, de acuerdo con juicio de los ingenieros expertos en codificación y Líder asignado al proyecto de Desarrollo del Sistema de Información, se establece a cuál de los componentes estándares del método de Puntos de Función PF y el nivel complejidad asociado, con estos parámetros el instrumento calcula automáticamente el número de horas estimadas de esfuerzo horas que emplearía el ingeniero en la codificación de cada requerimiento funcional, solicita para el sistema de información que soporte un proceso de negocio de un área de gestión misional o administrativa de la DIAN.

En Tabla 43, observamos como calculamos el Esfuerzo hora/ingeniero para Tipo de Componente vs. Nivel de Complejidad para la codificación de un requerimiento funcional para un sistema de información solicitado por un área de gestión misional o administrativa de la DIAN.

CATALOGO DE PUNTOS DE FUNCIÓN			Tipo	A&D		COD
				0	0	BAJA
				REQ-001		
Funcionalidad Global	Funcionalidad Especifica	Puntos de Función		Aplica	Complejidad	Esfuerzo/horas
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Consultar tareas pendientes por proyectar	Consulta Externa			0
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Implementar interfaz de proyectar	Archivo de interfaz externo			0
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Aplicar reglas de validación	Consulta Externa			0
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Construir Plantilla (.odt)	Entrada externa			0
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Editar Plantilla (Interfaz de usuario)	Entrada externa			0
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Almacenar borrador	Archivo lógico Interno			0
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Generar acto en PDF	Salida externa			0
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Reparto y asignación de tareas	Entrada externa			0
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Gestionar expediente	Archivo lógico Interno			0
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Consultar tareas pendientes por proyectar	Consulta Externa			0
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Interfaz de proyectar	Entrada externa			0
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Aplicar reglas de validación	Entrada externa			0
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Diligenciar Plantilla con datos existentes (.odt)	Salida externa			0
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Editar Plantilla (Interfaz de usuario)	Salida externa			0

CATALOGO DE PUNTOS DE FUNCIÓN			Tipo	A&D		COD
				0	0	BAJA
				REQ-001		
Funcionalidad Global	Funcionalidad Especifica	Puntos de Función		Aplica	Complejidad	Esfuerzo/horas
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Almacenar borrador	Archivo lógico Interno			0
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Generar acto en PDF	Salida externa			0
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Gestionar expediente	Archivo lógico Interno			0

Tabla 43 Esfuerzo hora/ingeniero para Tipo de Componente vs. Nivel de Complejidad

Para estimar el esfuerzo de codificación para cada requerimiento funcional de un sistema de información MUISCA, se suma las horas estimadas de todos los componentes estándar de software que los expertos asignados al proyecto de desarrollo establecen necesarios codificarse, usando la fórmula lineal Ecuación 7, como podemos observar en la tabla 44.

<p>Esfuerzo Horas Hombre Estimadas para Requerimiento Funcional para un Sistema de Información MUISCA</p> $HH\ REQ = \sum_1^n \text{Esfuerzo Horas PF}$	<p><i>Ecuación 7 Esfuerzo Horas Hombre Codificación Requerimiento Funcional</i></p>
---	---

La suma del valor de horas que se estima se emplee en la codificación de cada requerimiento funcional para el sistema de información MUISCA solicitado se traslada automáticamente a la hoja resumen o tablero de control del procedimiento de Codificación del ciclo de desarrollo de sistemas de información.

CODIFICACIÓN		
Proceso Misional:	Gestión Jurídica	
Proyecto:	Régimen Tributario Especial - Entidades sin ánimo de lucro	
Tipo Proyecto	Mantenimiento correctivo	

Entradas		
Formato	Descripción	Incluido (S/N)
FT-SI-1847	Requerimientos de Alto Nivel	SI
FT-SI-2006	Especificación Funcional	SI
FT-SI-2007	Especificación Funcional detallada	SI
FT-SI-2009	Casos de Uso	SI
FT-SI-2003	Modelo de diseño	SI
FT-SI-2004	Diseño de Base de Datos	SI
FT-SI-2005	Diseño de Interfaz de Usuario	SI
FT-SI-2180	Formato de Control de Cambio F30001	SI
FT-SI-2180	Script de datos parametrizables	NO
FT-SI-1849	Plan de Pruebas actualizado	NO
	Puntos de Función	SI
Entregables		
Formato	Descripción	Se entrega (S/N)
FT-SI-2180	Formato de Control de Cambio F30001	SI
	Script de datos parametrizables	SI
	Prueba Unitarias	SI
FT-SI-1849	Plan de Pruebas actualizado	SI
Recursos Fase de Codificación		
Número de Ingenieros asignados a la Fase de Codificación		1
Fecha de inicio:	6/03/2019	
Líder del Proyecto:	Jairo Iván Ortega Peña	
Líder Funcional:	Omar Humberto Padilla	
Total Horas/Hombre	Total Horas/Hombre ajustadas	

	0	0	
No.	REQUERIMIENTO /CASO DE USO	DESCRIPCION	Horas/Hombre
1	REQ-001	DILIGENCIAR Y PRESENTAR SOLICITUD	$\sum_1^n PF$
			$\sum_1^n REQ$

Tabla 44 Esfuerzo hora/ingeniero No Ajustada para Tipo de Componente vs. Nivel de Complejidad

Para mayor precisión en los resultados, calculamos el Factor Técnico de Ajuste (FCT), considera las características de complejidad técnica -Tabla 45-, los cuales se miden entre cero (0) y cinco (5) según la importancia o grado de afectación que tengan dentro del proyecto.

Factor	Grado de Influencia	Peso
FT1. Comunicación de datos e integración	0-No presente/No influye	0
FT2. Arquitectura de la aplicación (Web, APP, C/S)	0-No presente/No influye	0
FT3. Performance (desempeño)	0-No presente/No influye	0
FT4. Configuración del equipamiento (Portabilidad)	0-No presente/No influye	0
FT5. Volumen de transacciones	0-No presente/No influye	0
FT6. Requiere Entrenamiento Especial	0-No presente/No influye	0
FT7. Interface con el usuario (Usabilidad)	0-No presente/No influye	0
FT8. Actualization (on-line/batch)	0-No presente/No influye	0
FT9. Procesamiento complejo	0-No presente/No influye	0
FT10. Reusabilidad	0-No presente/No influye	0
FT11. Facilidad de implementación	0-No presente/No influye	0
FT12. Facilidad de operación	0-No presente/No influye	0
FT13.Características de seguridad	0-No presente/No influye	0
FT14. Facilidad de cambios	0-No presente/No influye	0

Tabla 45 Factores Técnicos de Ajuste Esfuerzo Codificación (Boehm B.W. C. B., 1995)

Se cada factor lo multiplicamos por un valor que corresponde al grado de influencia, que definimos en la tabla siguiente:

Grado de Influencia Factor Técnico	Peso
No presenta influencia	0
Influencia insignificante	1
Influencia moderada	2
Influencia promedio	3
Influencia significativa	4
Influencia fuerte	5

Tabla 46- Grados de influencia Factores Técnicos de Ajuste de Codificación (Boehm B.W. C. B., 1995)

Finalmente se suman los valores obtenidos para cada uno de los Factores Técnicos y se obtiene el FT.

Factor Técnico FT	Factor Técnico FT	Peso FT	Grado de Influencia GIFT	Calificación FT
T1	T1 – Sistema distribuido.	2	5	10
T2	T2 – Rendimiento de la respuesta o salida.	2	5	10
T3	T3 – Eficiencia del usuario final.	1	5	5
T4	T4 – Complejidad del proceso.	1	5	5
T5	T5 – Código reutilizable.	1	5	5
T6	T6 – Fácil de instalar.	0,5	5	2,5
T7	T7 – Fácil de usar.	0,5	5	2,5
T8	T8 – Portabilidad.	2	5	10
T9	T9 – Fácil de cambiar.	1	5	5
T10	T10 – Concurrente.	1	5	5
T11	T11 – Características de seguridad.	1	5	5
T12	T12 – Acceso a terceros.	1	5	5
T13	T13 – Requiere entrenamiento especial.	1	0	0
	Factores Técnicos FT			70

Tabla 47 Factores Técnicos de Ajuste FT

Obtención del FCT: Factor de Complejidad Técnica (Technical Complexity Factor) mediante la fórmula $FCT = 0.65 + (0.01 * FT)$ (Boehm B.W. C. B., 1995).

FCT: Factor de Complejidad Técnica

$$FCT = 0.65 + (0.01 * FT) = 1.33$$

Ecuación 8 Cálculo de Factor de Ajuste de Complejidad Técnica Codificación

También, para mayor precisión en los resultados, calculamos el Factor de Ajuste de Entorno y de Equipo FEE (Environmental Factors), corresponden, en términos generales, a las características del equipo de codificación en cuanto a perfiles, experiencia y capacidad técnica - Tabla 49- (Boehm B.W. C. B., 1995).

Factor	Grado de influencia	Peso
FEE1 – Baja familiaridad con el Proceso de Negocio de los analistas de Requerimientos	0-No presente/No influye	0
FEE2 – Bajo compromiso y empoderamiento del Líder Funcional del proyecto	0-No presente/No influye	0
FEE3 – Falta definición del marco jurídico	0-No presente/No influye	0
FEE4 – Baja experiencia de los ingenieros en el levantamiento de Requerimientos	0-No presente/No influye	0
FEE5 – Usuarios de Negocio no empoderado ni con conocimiento de negocio	0-No presente/No influye	0
FEE6 – Cambios frecuentes de prioridad en el levantamiento de requerimientos	0-No presente/No influye	0
FEE7 – Analista de requerimientos con tiempo parcial en el proyecto	0-No presente/No influye	0
FEE8 – Baja idoneidad de analistas de requerimientos (Pensamiento analítico, capacidad de escribir, entre otros)	0-No presente/No influye	0

Tabla 48 Factores de Entorno y de Equipo FEE (Boehm B.W. C. B., 1995)

A continuación, se presenta la forma como se calificó cada uno de los FEE -Tabla 50:

Factor Entorno y de Equipo	Peso
F1 – Familiaridad con Procesos de Desarrollo Todo el miembro del equipo tiene dos (2) años o más de experiencia usando el método en varios proyectos	5
F2 – Experiencia de la Aplicación (Tema). Todos los miembros del equipo tienen dos (2) años o más de experiencia	5
F3 – Experiencia Orientada a Objetos (Análisis, Diseño) Todos los miembros del equipo son experimentados (más de dos años o más de experiencia).	5
F4 – Capacidad del Analista Todos los miembros del equipo son experimentados, dos (2) años o más, en proyectos	5
F5 – Motivación Todo el miembro del equipo está muy motivado e inspirado	5
F6 – Estabilidad de los Requerimientos Requisitos estables en todas partes	5
F7 – Trabajadores de Tiempo Parcial Todos los trabajadores por horas	5
F8 – Dificultad del Lenguaje de Programación Todos los miembros del equipo son programadores experimentados	0

Tabla 49 Calificación Factores de Entorno y de Equipo FEE (Boehm B.W. C. B., 1995)

Finalmente se suman los valores obtenidos para cada uno de los Factores de Entorno y Equipo y se obtiene el FEE – Tabla 50-.

Factor Entorno y de Equipo	Factor Entorno y de Equipo	Peso Factor Entorno y de Equipo FEE	Grado de Influencia GFEE	Calificación FEE
F1	FEE1 – Baja familiaridad con el Proceso de Negocio de los analistas de Requerimientos	1,5	5	7,5
F2	FEE2 – Bajo compromiso y empoderamiento del Líder Funcional del proyecto	0,5	5	2,5
F3	FEE3 – Falta definición del marco jurídico	1	5	5
F4	FEE4 – Baja experiencia de los ingenieros en el levantamiento de Requerimientos	0,5	5	2,5
F5	FEE5 – Usuarios de Negocio no empoderado ni con conocimiento de negocio	1	5	5
F6	FEE6 – Cambios frecuentes de prioridad en el levantamiento de requerimientos	2	5	10
F7	FEE7 – Analista de requerimientos con tiempo parcial en el proyecto	-1	5	-5
F8	FEE8 – Baja idoneidad de analistas de requerimientos (Pensamiento analítico, capacidad de escribir, entre otros)	-1	0	0
	Factores de Entorno y de Equipo FEE			27,5

Tabla 50 Suma Calificación Factores de Entorno y de Equipo FEE (Boehm B.W. C. B., 1995)

El FA: Factor Ambiental (Efactor), lo obtenemos mediante la fórmula Ecuación 8 (Boehm B.W. C. B., 1995).

FA: Factor Ambiental (Efactor)

$$FA = 1.4 + (-0.03 * FEE) = 0.575$$

Ecuación 8. Cálculo de Factor de Ajuste de Entorno

Finalmente, obtenemos el Esfuerzo Horas Hombre Estimadas de Codifican Ajustada para el Desarrollo del Sistema de Información MUISCA a construir -Tabla 51-

CODIFICACIÓN		
Proceso Misional:	Gestión Jurídica	
Proyecto:	Régimen Tributario Especial - Entidades sin ánimo de lucro	
Tipo Proyecto	Mantenimiento correctivo	
Entradas		
Formato	Descripción	Incluido (S/N)
FT-SI-1847	Requerimientos de Alto Nivel	SI
FT-SI-2006	Especificación Funcional	SI
FT-SI-2007	Especificación Funcional detallada	SI
FT-SI-2009	Casos de Uso	SI
FT-SI-2003	Modelo de diseño	SI
FT-SI-2004	Diseño de Base de Datos	SI
FT-SI-2005	Diseño de Interfaz de Usuario	SI
FT-SI-2180	Formato de Control de Cambio F30001	SI
	Script de datos parametrizables	NO
FT-SI-1849	Plan de Pruebas actualizado	NO
	Puntos de Función	SI
Entregables		
Formato	Descripción	Se entrega (S/N)
FT-SI-2180	Formato de Control de Cambio F30001	SI
	Script de datos parametrizables	SI
	Prueba Unitarias	SI
FT-SI-1849	Plan de Pruebas actualizado	SI
Recursos Fase de Codificación		
Número de Ingenieros asignados a la Fase de Codificación		1

	Fecha de inicio:	6/03/2019	
	Líder del Proyecto:	Bernardo Oyuela López	
	Líder Funcional:	Omar Humberto Padilla	
	Total Horas/Hombre	Total Horas/Hombre ajustadas	
	0	0	
No.	REQUERIMIENTO /CASO DE USO	DESCRIPCION	Horas/Hombre
1	REQ-001	DILIGENCIAR Y PRESENTAR SOLICITUD	$\sum_1^n PF$
			$\sum_1^n REQ$

Tabla 51 Esfuerzo hora/ingeniero Ajustada para Tipo de Componente vs. Nivel de Complejidad

Tanto para los factores ambientales como para los Técnicos, es importante evaluar periódicamente el comportamiento de las variables que fueron definidas en la planeación, porque pueden haber surgido cambios que no se pueden prever y que afectan el desempeño de los proyectos, afectando una o varias de las restricciones de alcance, costo o tiempo.

Finalmente, la suma del valor estimado ajustado para la codificación de todos los requerimientos funcionales a codificar para el nuevo sistema de información y/o mantenimiento evolutivo de uno existente se traslada automática al cuadro de control del proyecto de desarrollo, esto para determinar el esfuerzo estimado total de todo el proyecto –obsérvese Tabla 52-.

DIRECCIÓN DE IMPUESTOS Y ADUANAS NACIONALES - DIAN
SUBDIRECCIÓN DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES
COORDINACIÓN DE DESARROLLO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN
ESTIMACIÓN DE HORAS/HOMBRE PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS



Proceso Misional: Gestión Jurídica
Proyecto: Regimen Tributario Especial - Entidades sin ánimo de lucro
Tipo de Proyecto: Mantenimiento evolutivo

Fecha Inicio: 6/03/2019
Número de días estimados: 0
Fecha Final estimada: 6/03/2019

Líder Técnico: Bernardo Oyuela López
Líder Funcional: Omar Humberto Padilla

FASE	ESTIMACIÓN (Horas/Hombre)
Análisis de Requerimientos	0,00
Análisis y Diseño	0,00
Codificación	0,00
Pruebas	0,00
Implantación	0,00
Total (Horas/Hombre)	0,00

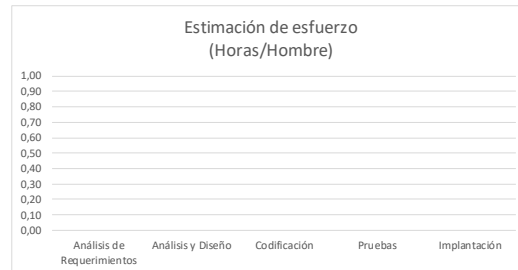


Tabla 52 Esfuerzo Total Estimados Horas Hombre para el Desarrollo de Sistema de Información MUISCA

Aplicando el instrumento de estimación para la codificación de los funcionalidades solicitadas por el área de gestión misional para la construcción del servicio informático para el control del registro especial de entidades sin ánimo de lucro SIE RETE-ESAL, el esfuerzo hora ingeniera estimada calculada por el instrumento –observar Tabla 53, esfuerzo hora ingeniero estimadas fase 1 codificación SIE RET-ESAL-, permitió a la Coordinación de Desarrollo de Sistemas de Información comprometerse con la puesta en producción del servicio informático por etapas, oportunamente, para que el área de gestión en cumplimiento de los términos legales y reglamentarios, dispusiera del servicio informático a los Contribuyentes para el registro de solicitudes, el reparto y sustanciación de las solicitudes, y la expedición y notificación de los actos administrativos de inclusión o exclusión en el registro especial.

CODIFICACIÓN		
Proceso Misional:	Gestión Jurídica	
Proyecto:	Regimen Tributario Especial - Entidades sin ánimo de lucro	
Tipo Proyecto	Mantenimiento correctivo	
Entradas		
Formato	Descripción	Incluido (S/N)
FT-SI-1847	Requerimientos de Alto Nivel	SI
FT-SI-2006	Especificación Funcional	SI
FT-SI-2007	Especificación Funcional detallada	SI
FT-SI-2009	Casos de Uso	SI
FT-SI-2003	Modelo de diseño	SI
FT-SI-2004	Diseño de Base de Datos	SI
FT-SI-2005	Diseño de Interfaz de Usuario	SI
FT-SI-2180	Formato de Control de Cambio F30001	SI
	Script de datos parametrizables	NO
FT-SI-1849	Plan de Pruebas actualizado	NO
	Puntos de Función	SI
Entregables		
Formato	Descripción	Se entrega (S/N)
FT-SI-2180	Formato de Control de Cambio F30001	SI
	Script de datos parametrizables	SI
	Prueba Unitarias	SI
FT-SI-1849	Plan de Pruebas actualizado	SI
Recursos Fase de Codificación		
Número de Ingenieros asignados a la Fase de Codificación		1
Fecha de inicio:	6/03/2019	
Líder del Proyecto:	Bernardo Oyuela López	
Líder Funcional:	Omar Humberto Padilla	
TOTAL HORAS	TOTAL HORAS AJUSTADAS	TOTAL / HOMBRE
389	321	321
REQUERIMIENTO/CASO DE USO	DESCRIPCION	HORAS / REQ
CU001	Diligenciar y Presentar Solicitud RTE	47
CU002	Publicar Información ESAL y Registrar Comentarios	29
CU003	ASIGNAR PUNTAJE A SOLICITUDES POR COMENTARIOS REGISTRADOS	9,5
CU004	Registrar Respuesta a Comentarios	26
CU005.1	EVALUAR VENCIMIENTOS PARA REGISTRAR COMENTARIOS	18,5
CU005.2	EVALUAR VENCIMIENTOS PARA REGISTRAR RESPUESTA A COMENTARIOS	13
CU005.3	REPARTIR AUTOMATICAMENTE ASUNTOS DE SOLICITUDES SIN COMENTARIOS PARA SUS	13
CU005.4	REPARTIR AUTOMATICAMENTE ASUNTOS DE SOLICITUDES CON RESPUESTA A COMENTARIOS	18,5
CU006.1	SUSTANCIAR ASUNTO (SOLICITUD) EN RECAUDO	25,5
CU006.2	SUSTANCIAR ASUNTO (SOLICITUD) EN FISCALIZACIÓN	37
CU007.1	PROYECTAR ACTO ADMINISTRATIVO RTE	52,5
CU007.2	REVISAR ACTO ADMINISTRATIVO RTE / INFORME DECISION FISCALIZACION	34,5
CU007.3	FIRMAR ACTO ADMINISTRATIVO RTE / INFORME DE VERIFICACIÓN DE FISCALIZACIÓN	10,5
CU007.4	FIRMAR ACTOS ADMINISTRATIVOS RTE GENERADOS AUTOMATICAMENTE	18
CU008.1	Generar Masivamente Resoluciones que Niegan la Calificación como Contribuyentes de	18,5
CU008.2	GENERAR MASIVAMENTE RESOLUCIONES QUE EXCLUYEN DEL RÉGIMEN TRIBUTARIO ESPE	18

Tabla 53 Esfuerzo Horas Hombre Total Estimados para Codificación de Sistema de Información MUISCA
RET-ESAL

5.1.9 Prueba Piloto del Instrumento de Estimación de Esfuerzo Procedimiento de Ejecución de Codificación – Conversión de Puntos de Función PF a Cocomo II

Continuado con el caso de estudio del numeral 5.1 anterior, convertimos la estimación de puntos de función PF del Proyecto de Desarrollo de un Sistema de Información, utilizando el Factor de Conversión de Líneas de Código por Punto de Función propuesta por ISBSG (International Software Benchmarking Standards Group), en la tabla siguiente:

Language	QSM SLOC/FP Data			
	Avg	Median	Low	High
ABAP (SAP) *	28	18	16	60
ASP*	51	54	15	69
Assembler *	119	98	25	320
Brio +	14	14	13	16
C *	97	99	39	333
C++ *	50	53	25	80
C# *	54	59	29	70
COBOL *	61	55	23	297
Cognos Impromptu Scripts +	47	42	30	100
Cross System Products (CSP) +	20	18	10	38
Cool:Gen/IEF *	32	24	10	82
Datastage	71	65	31	157
Excel *	209	191	131	315
Focus *	43	45	45	45
FoxPro	36	35	34	38
HTML *	34	40	14	48
J2EE *	46	49	15	67
Java *	53	53	14	134
JavaScript *	47	53	31	63
JCL *	62	48	25	221
LINC II	29	30	22	38
Lotus Notes *	23	21	19	40
Natural *	40	34	34	53
.NET *	57	60	53	60

Language	QSM SLOC/FP Data			
Oracle *	37	40	17	60
PACBASE *	35	32	22	60
Perl *	24	15	15	60
PL/I *	64	80	16	80
PL/SQL *	37	35	13	60
Powerbuilder *	26	28	7	40
REXX *	77	80	50	80
Sabretalk *	70	66	45	109
SAS *	38	37	22	55
Siebel *	59	60	51	60
SLOGAN *	75	75	74	75
SQL *	21	21	13	37
VB.NET *	52	60	26	60
Visual Basic *	42	44	20	60

Tabla 54 Factor de Conversión de Líneas de Código por Punto de Función propuesta por ISBSG (International Software Benchmarking Standards Group).

De la tabla anterior seleccionamos el valor promedio (columna Avg) para Lenguaje Java JEE, utilizado en el desarrollo de los SIE en la DIAN, le corresponde factor 46, para el cálculo de líneas de código por punto de función (KLDC/PF), el factor de Ajuste Técnico (FAE) calculado en el numeral anterior igual a 1,36 y las ecuaciones de estimación Cocomo que se relacionan en la tabla siguiente, estimamos el esfuerzo en el Modelo Cocomo Básico e Intermedio para el Proyecto del caso de estudio.

Modelo Cocomo	Modelo de Desarrollo	Esfuerzo (PM)	Duración TDEV
Básico	Orgánico	$PM = 2,4 * (KLDC)^{1,05}$	$TDEV = 2,5 * (PM)^{0,38}$
Básico	Semiocoplado	$PM = 3,0 * (KLDC)^{1,12}$	$TDEV = 2,5 * (PM)^{0,35}$
Básico	Empotrado	$PM = 3,6 * (KLDC)^{1,20}$	$TDEV = 2,5 * (PM)^{0,32}$
Intermedio	Orgánico	$PM = 3,2 * (KLDC)^{1,05} * FAE$	$TDEV = 2,5 * (PM)^{0,38}$
Intermedio	Semiocoplado	$PM = 3,0 * (KLDC)^{1,12} * FAE$	$TDEV = 2,5 * (PM)^{0,35}$
Intermedio	Empotrado	$PM = 2,8 * (KLDC)^{1,20} * FAE$	$TDEV = 2,5 * (PM)^{0,32}$

Tabla 55 Ecuaciones Modelo de Estimación Cocomo

$$KDLC = QSM \text{ SLOC/FP Data} * PF / 1000$$

Ecuación 9 Conversión de Puntos de Función a Líneas de Código

$$KDLC = 46 * 90 / 1000 = 4,14$$

Ecuación 10 Cálculo de Líneas de Código de Producto

Modelo Cocomo	Modelo de Desarrollo	KDLC	FAE	Esfuerzo (PM) (Personas/Mes)	Duración TDEV (Meses)	Esfuerzo (H) (Horas)
Básico	Orgánico	4,14	1,36	10,67	6,15	1.706,80
Basico	Semiacoplado	4,14	1,36	14,73	6,41	2.356,58
Basico	Empotrado	4,14	1,36	19,80	6,50	3.168,28
Intermedio	Orgánico	4,14	1,36	19,34	7,71	3.094,99
Intermedio	Semiacoplado	4,14	1,36	20,03	7,14	3.204,94
Intermedio	Empotrado	4,14	1,36	20,95	6,62	3.351,33

Tabla 56 Estimación Esfuerzo Desarrollo SIE RET-ESAL en Modelo de Estimación COCOMO

Para el cálculo de Esfuerzo (H) (Horas) multiplicamos el valor Duración TDEV (Meses) por el valor de 160, que corresponde a las horas laborales de un mes en Colombia.

5.2 Prueba Piloto Instrumento Estimación Esfuerzo Procedimiento Ejecución de Pruebas

5.2.1 Cálculo de Estimación de Esfuerzo hora/ingeniero para Ejecución Casos de Pruebas

El Método de Puntos-Función es debido a Albretch, está basado en el diseño, sugiere que podría estimarse el tamaño de un Sistema Software teniendo en cuenta las diferentes funciones que el software deberá de realizar, y posteriormente asignando un valor, en puntos, a cada una de esas funciones. En general, el método consiste en contar las funciones que debe realizar el

software, ajustarlas según su complejidad y hacer una estimación basada en la suma de los pesos de los Puntos-Función resultantes (Albrecht, 1983).

Albrecht propone, a partir del diseño, contar las siguientes funciones:

1. Número de entradas externas
2. Número de salidas externas
3. Número de ficheros lógicos internos
4. Número de ficheros de interfase
5. Número de consultas externas

El número total de funciones de cada clase se ajusta posteriormente según su complejidad, multiplicándolo por un valor determinado, que varía entre 3 y 15 dependiendo de si la función es simple, tiene una complejidad promedio o es una función compleja. A continuación, se sumarían los resultados y se obtendría el total de Puntos-Función iniciales, PF.

COMPONENTES DEL ESTANDAR DE PUNTOS DE FUNCION			
NOMBRE	Baja	Media	Alta
Entrada Externa	0 a 1 ficheros - 1 a 15 datos distintos 2 a 3 ficheros - 1 a 4 datos distintos	0 a 1 ficheros - más 16 datos distintos 2 a 3 ficheros - 5 a 15 datos distintos más 3 ficheros - 1 a 4 datos distintos	2 a 3 ficheros - más 16 datos distintos más 3 ficheros - 5 a 15 datos distintos más 3 ficheros - más 16 datos distintos
Salida Externa	0 a 1 ficheros - 1 a 5 datos distintos 2 a 3 ficheros - 1 a 5 datos distintos 2 a 3 ficheros - 6 a 19 datos distintos	0 a 1 ficheros - más 20 datos distintos 2 a 3 ficheros - 6 a 19 datos distintos más 5 datos distintos	2 a 3 ficheros - más 20 datos distintos más 4 ficheros - 6 a 15 datos distintos más 4 ficheros - más 20 datos distintos
Consulta externa (o peticiones al sistema)	0 a 1 ficheros - 1 a 5 datos distintos 2 a 3 ficheros - 1 a 5 datos distintos	0 a 1 ficheros - más 20 datos distintos 2 a 3 ficheros - 6 a 19 datos distintos	2 a 3 ficheros - más 20 datos distintos más 4 ficheros - 6 a 15 datos distintos

COMPONENTES DEL ESTANDAR DE PUNTOS DE FUNCION			
NOMBRE	Baja	Media	Alta
	2 a 3 ficheros - 6 a 19 datos distintos	más 4 ficheros - 1 a 5 datos distintos	más 4 ficheros - más 20 datos distintos
Archivo lógico interno s (o archivos maestros)	1 ficheros -1 a 19 datos distintos	1 ficheros -más 51 datos distintos	2 a 5 ficheros - más 51 datos distintos
	2 a 5 ficheros - 20 a 50 datos distintos	2 a 5 ficheros - 20 a 50 datos distintos	2 a 5 ficheros - más 51 datos distintos
	2 a 5 ficheros - 1 a 19 datos distintos	más 6 ficheros - 1 a 19 datos distintos	más 6 ficheros - más 51 datos distintos
Archivo Externo de Interfaz	1 ficheros -1 a 19 datos distintos	1 ficheros -más 51 datos distintos	2 a 5 ficheros - más 51 datos distintos
	2 a 5 ficheros - 20 a 50 datos distintos	2 a 5 ficheros - 20 a 50 datos distintos	2 a 5 ficheros - más 51 datos distintos
	2 a 5 ficheros - 1 a 19 datos distintos	más 6 ficheros - 1 a 19 datos distintos	más 6 ficheros - más 51 datos distintos

Tabla 57 Puntos Función, los sistemas están divididos en cinco componentes básicos

A continuación, se exponen los elementos de la propuesta de instrumento de estimación para el procedimiento de ejecución de pruebas.

5.2.2 Identificación Funcionalidades Estándares que implementa el Software para MUISCA

En desarrollo de este trabajo se identificó funcionalidades estándares que solicitan las áreas de gestión misionales que se implemente en el software que requiere para el cumplimiento de sus objetivos misionales como, por ejemplo, la proyección, aprobación, firma y notificación de actos administrativo, o como es el caso, la recepción, procesamiento y disposición de información para sus funcionales de recaudación y/o fiscalización. Estas funcionalidades las debemos o probar para verificar que cumple con los requerimientos especificado por las áreas de gestión misionales o administrativas.

5.2.3 Mapeo Funcionalidades Estándares que implementa el Software para MUISCA con los Puntos de Función del Método Estándar PF

Una vez se identificó las funcionalidades estándares que implementa el Software para los Sistemas Información MUISCA, se procedió a mapear los puntos de función se procedió a mapear como

unas de las cinco funcionalidades estándares de la metodología de Puntos de Función. Como ejemplo, podemos mapear la funcionalidad de consultar de actos administrativos pendientes de revisión y aprobación, como una Salida Externa.

A continuación, en la Tabla 58 se observa el mapeo de la funcionalidad “*Revisar Acto Administrativo*” que implemente el software de los sistemas de información MUISCA con una de las funcionalidades estándares del método de Puntos de Función, definimos, por ejemplo, que el punto de función “*Consultar tareas pendientes por proyectar*” los mapeamos como un Tipo “Consulta Externa” del método Estándar de Puntos de Función PF.

CATALOGO DE PUNTOS DE FUNCIÓN			
Funcionalidad Global	Funcionalidad	Puntos de Función	Tipo
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Consultar tareas pendientes por proyectar	Consulta Externa
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Interfaz de proyectar	Entrada externa
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Aplicar reglas de validación	Entrada externa
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Diligenciar Plantilla con datos existentes (.odt)	Salida externa
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Editar Plantilla (Interfaz de usuario)	Salida externa
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Almacenar borrador	Archivo lógico Interno
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Generar acto en PDF	Salida externa
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Gestionar expediente	Archivo lógico Interno

Tabla 58 Mapeo funcionalidades estándares SI MUISCA con PF del método de Puntos de Función

En el Anexo 1, definimos el mapeo de todas las funcionalidades que implemente el software de los sistemas de información MUISCA con una de las funcionalidades estándares del método de Puntos de Función PF.

5.2.4 Determinación Nivel Complejidad Componentes Estándares del MUISCA

Para cada una de las Funcionalidades Estándares del método de Puntos de Función PF, se tiene asignado un Factor de Peso de acuerdo con su complejidad, a partir de estos Peso con el cual se estima el esfuerzo necesario para todas las fases del ciclo de desarrollo, calculando el 28% - observar Tabla 59- del peso de cada punto funcional del método PF se determina el Factor de Peso para la ejecución de pruebas de las funcionalidades estándar para la construcción del software de los sistemas de información MUISCA, como se observa en la Tabla 60 (Pressman, 2002).

PESO DE LA FASE	
FASE	%
Análisis de Requerimientos	30%
Análisis y Diseño	20%
Implementación	20%
Pruebas	28%
Paso a Producción	2%

Tabla 59 Niveles de Complejidad de Cada Componente y determinación del factor de ponderación (Pressman, 2002)

En la Tabla 60, a partir del esfuerzo determinado para la codificación, definimos los niveles de complejidad de cada Componente del método PF y determinación del factor de ponderación para el procedimiento de Ejecución de Pruebas, calculando el 28% del 100 de lo estimado para todas etapas del ciclo de desarrollo, procedimientos de la DIAN.

EJECUCIÓN DE PRUEBAS	Factor de Complejidad- EJECUCIÓN DE PRUEBAS			Factor de Peso Complejidad ESTANDAR PUNTOS DE FUNCION		
	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta
Archivo de interfaz externo	1,12	1,96	2,8	4	7	10
Archivo lógico Interno	1,96	2,8	4,2	7	10	15

	Factor de Complejidad- EJECUCIÓN DE PRUEBAS			Factor de Peso Complejidad ESTANDAR PUNTOS DE FUNCION		
EJECUCIÓN DE PRUEBAS	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta
Consulta Externa	0,84	1,12	1,68	3	4	6
Entrada externa	0,84	1,12	1,68	3	4	6
Salida externa	1,12	1,4	1,96	4	5	7

Tabla 60 Niveles de Complejidad de Cada Componente del método PF y determinación del factor de ponderación para el procedimiento de Ejecución de Pruebas

De acuerdo con el valor de la sumatoria de todos los factores para cada componente, según los rangos definidos en la Tabla 61, para la ejecución de pruebas de cada requerimiento funcional que implemente para un sistema de información MUISCA se define el Nivel de Complejidad en la siguiente Tabla 61.

Sumatoria de Valores de todos los Factores de Complejidad	Nivel de Complejidad
Menor que 50	Baja
Entre 51 y 119	Media
Mayor que 120	Alta

Tabla 61 Niveles de Complejidad

5.2.5 Matriz Ponderación por Funcionalidad Estándar MUISCA vs. Nivel de Complejidad

Dado que el tiempo estimado (horas) para la codificación depende de manera combinada, del Tipo de Componente y de su Nivel de Complejidad, en la Tabla 62, se muestra la ponderación para cada una de las combinaciones posibles entre estos dos valores.

EJECUCIÓN DE PRUEBAS	Complejidad- EJECUCIÓN DE PRUEBAS (Hora/Ing.)			Complejidad (Ajustada con Historia) EJECUCIÓN DE PRUEBAS (Hora/Ing.)		
	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta
Archivo de interfaz externo	1,12	1,96	2,8	1,12	1,96	2,8
Archivo lógico Interno	1,96	2,8	4,2	1,96	2,8	4,2
Consulta Externa	0,84	1,12	1,68	0,84	1,12	1,68
Entrada externa	0,84	1,12	1,68	0,84	1,12	1,68
Salida externa	1,12	1,4	1,96	1,12	1,4	1,96

Tabla 62 Ponderación Combinada para Tipo de Componente vs. Nivel de Complejidad

5.2.6 Cálculo Estimación Esfuerzo - pruebas por funcionalidad estándar del MUISCA

Para la ejecución de pruebas de cada funcionalidad estándar de software para de los sistemas de información MUISCA, de acuerdo con juicio de los ingenieros expertos en ejecución de pruebas y Líder asignados al proyecto de Desarrollo del Sistema de Información, se establece a cuál de los componentes estándares del método de Puntos de Función PF y el nivel complejidad asociado, con estos parámetros la herramienta calcula automáticamente el números de horas estimadas de esfuerzo horas que emplearía el ingeniero en ejecución de pruebas.

CATALOGO DE PUNTOS DE FUNCIÓN			Tipo	COD		PRUEBA
				0	0	BAJA
				REQ-001		
Funcionalidad Global	Funcionalidad Especifica	Puntos de Función		Aplica	Complejidad	Esfuerzo (hora/Ing.)
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Consultar tareas pendientes por proyectar	Consulta Externa			0
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Implementar interfaz de proyectar	Archivo de interfaz externo			0

CATALOGO DE PUNTOS DE FUNCIÓN			Tipo	COD		PRUEBA
				0	0	BAJA
				REQ-001		
Funcionalidad Global	Funcionalidad Especifica	Puntos de Función		Aplica	Complejidad	Esfuerzo (hora/Ing.)
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Aplicar reglas de validación	Consulta Externa			0
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Construir Plantilla (.odt)	Entrada externa			0
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Editar Plantilla (Interfaz de usuario)	Entrada externa			0
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Almacenar borrador	Archivo lógico Interno			0
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Generar acto en PDF	Salida externa			0
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Reparto y asignación de tareas	Entrada externa			0
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Gestionar expediente	Archivo lógico Interno			0
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Consultar tareas pendientes por proyectar	Consulta Externa			0
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Interfaz de proyectar	Entrada externa			0
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Aplicar reglas de validación	Entrada externa			0
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Diligenciar Plantilla con datos existentes (.odt)	Salida externa			0
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Editar Plantilla (Interfaz de usuario)	Salida externa			0
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Almacenar borrador	Archivo lógico Interno			0
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Generar acto en PDF	Salida externa			0

CATALOGO DE PUNTOS DE FUNCIÓN			Tipo	COD		PRUEBA
				0	0	BAJA
				REQ-001		
Funcionalidad Global	Funcionalidad Especifica	Puntos de Función		Aplica	Complejidad	Esfuerzo (hora/Ing.)
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Gestionar expediente	Archivo lógico Interno			0

Tabla 63 Esfuerzo hora/ingeniero para Tipo de Componente vs. Nivel de Complejidad

Para estimar el esfuerzo de ejecución de pruebas para cada requerimiento funcional de un sistema de información MUISCA, usando la fórmula de regresión lineal Ecuación 11, se suma las horas estimadas de todos los componentes estándar de software que los expertos asignados al proyecto de desarrollo establecieron que es necesario ejecución de pruebas, y de esta forma para cada requerimiento funcional, los resultados los observamos en la Tabla 64.

Esfuerzo Horas Hombre Estimadas para Requerimiento Funcional
para un Sistema de Información MUISCA

$$HH REQ = \sum_1^n \text{Esfuerzo Horas PF}$$

Ecuación 11 Esfuerzo Horas
Hombre Estimadas para
Requerimiento Funcional para un
Sistema de Información MUISCA

La suma del valor de horas que se estima se emplee en la ejecución de pruebas de cada requerimiento funcional para el sistema de información MUISCA solicitado se traslada automáticamente a la hoja resumen o tablero de control del procedimiento de Ejecución de Pruebas del ciclo de desarrollo de sistemas de información.

EJECUCIÓN DE PRUEBAS		
Proceso Misional:	Gestión Jurídica	
Proyecto:	Régimen Tributario Especial - Entidades sin ánimo de lucro	
Tipo Proyecto	Mantenimiento correctivo	

Entradas		
Formato	Descripción	Incluido (S/N)
SIN FORMATO	Solicitud de ejecución de pruebas	NO
FT-SI-1847	Requerimientos de Alto Nivel	NO
FT-SI-2006	Especificación Funcional de Alto Nivel	NO
FT-SI-2007	Especificación Funcional detallada	NO
FT-SI-2009	Casos de Uso	SI
FT-SI-2003	Modelo de diseño	SI
FT-SI-2004	Diseño de Base de Datos	SI
FT-SI-2005	Diseño de Interfaz de Usuario	SI
FT-SI-2180	Formato de Control Cambios F30001	SI
SIN FORMATO	Script de datos parametrizables	SI
FT-SI-1849	Plan de Pruebas actualizado	NO
Entregables		
Formato	Descripción	Se entrega (S/N)
FT-SI-1851	Formato de aceptación de pruebas técnicas	SI
SIN FORMATO	Informe de ejecución de Pruebas	SI
FT-SI-1849	Plan de Pruebas actualizado	SI
FT-SI-1851	Formato de aceptación de pruebas funcionales	SI
Recursos Fase de Codificación		
Número de Ingenieros asignados a la Fase de Ejecución de Pruebas		1
Fecha de inicio:	6/03/2019	
Líder del Proyecto:	Jairo Iván Ortega Peña	
Líder Funcional:	Omar Humberto Padilla	
Total Puntos de Función	Total Puntos de Función Ajustados	Horas/Hombre
0	0	
No.	REQUERIMIENTO /CASO DE USO	DESCRIPCION
		Puntos de Función
1	REQ-001	DILIGENCIAR Y PRESENTAR SOLICITUD
		$\sum_1^n PF$

			$\sum_{1}^n REQ$

Tabla 64 Esfuerzo hora/ingeniero No Ajustada para Tipo de Componente vs. Nivel de Complejidad

Para mayor precisión en los resultados, calculamos el Factor Técnico de Ajuste (FCT), considera las características de complejidad técnica -Tabla 65-, los cuales se miden entre cero (0) y cinco (5) según la importancia que tengan dentro del proyecto (Boehm B.W. C. B., 1995).

Factor	Grado de Influencia	Peso
FT1. Comunicación de datos e integración	0-No presente/No influye	0
FT2. Arquitectura de la aplicación (Web, APP, C/S)	0-No presente/No influye	0
FT3. Performace (desempeño)	0-No presente/No influye	0
FT4. Configuración del equipamiento (Portabilidad)	0-No presente/No influye	0
FT5. Volumen de transacciones	0-No presente/No influye	0
FT6. Requiere Entrenamiento Especial	0-No presente/No influye	0
FT7. Interface con el usuario (Usabilidad)	0-No presente/No influye	0
FT8. Actualización (on-line/batch)	0-No presente/No influye	0
FT9. Procesamiento complejo	0-No presente/No influye	0
FT10. Reusabilidad	0-No presente/No influye	0
FT11. Facilidad de implementación	0-No presente/No influye	0
FT12. Facilidad de operación	0-No presente/No influye	0
FT13. Características de seguridad	0-No presente/No influye	0
FT14. Facilidad de cambios	0-No presente/No influye	0

Tabla 65 Factores Ajustes Técnicos Ejecución de Pruebas

Cada factor lo multiplicamos por un valor que corresponde el grado de influencia en la ejecución de prueba para el requerimiento funcional. Estos valores los definimos en la tabla siguiente (Boehm B.W. C. B., 1995):

Grado de Influencia Factor Técnico	Peso
No presenta influencia	0
Influencia insignificante	1
Influencia moderada	2
Influencia promedio	3
Influencia significativa	4
Influencia fuerte	5

Tabla 66 Grados de influencia Factores técnicos Ejecución de Pruebas

Finalmente se suman los valores obtenidos para cada uno de los Factores Técnicos y se obtiene el FT.

Factor Técnico FT	Factor Técnico FT	Peso FT	Grado de Influencia GIFT	Calificación FT
T1	T1 – Sistema distribuido.	2	5	10
T2	T2 – Rendimiento de la respuesta o salida.	2	5	10
T3	T3 – Eficiencia del usuario final.	1	5	5
T4	T4 – Complejidad del proceso.	1	5	5
T5	T5 – Código reutilizable.	1	5	5
T6	T6 – Fácil de instalar.	0,5	5	2,5
T7	T7 – Fácil de usar.	0,5	5	2,5
T8	T8 – Portabilidad.	2	5	10
T9	T9 – Fácil de cambiar.	1	5	5
T10	T10 – Concurrente.	1	5	5
T11	T11 – Características de seguridad.	1	5	5
T12	T12 – Acceso a terceros.	1	5	5
T13	T13 – Requiere entrenamiento especial.	1	0	0
	Factores Técnicos FT			70

Tabla 67 Cálculo de Factor de Ajuste Técnicos FT (Boehm B.W. C. B., 1995)

Obtención del FCT: Factor de Complejidad Técnica (Technical Complexity Factor) mediante la fórmula $FCT = 0.65 + (0.01 * FT)$ (Boehm B.W. C. B., 1995).

FCT: Factor de Complejidad Técnica

$$FCT = 0.65 + (0.01 * FT) = 1.33$$

Ecuación 12 Factor de Complejidad Técnica Ejecución de Pruebas

También, para mayor precisión en los resultados, calculamos el Factor de Ajuste de Entorno y de Equipo FEE (Environmental Factors), corresponden, en términos generales, a las características del equipo de codificación en cuanto a perfiles, experiencia y capacidad técnica - Tabla 68- (Boehm B.W. C. B., 1995).

Factor	Grado de influencia	Peso
FEE1 – Baja familiaridad con el Proceso de Negocio de los analistas de Requerimientos	0-No presente/No influye	0
FEE2 – Bajo compromiso y empoderamiento del Líder Funcional del proyecto	0-No presente/No influye	0
FEE3 – Falta definición del marco jurídico	0-No presente/No influye	0
FEE4 – Baja experiencia de los ingenieros en el levantamiento de Requerimientos	0-No presente/No influye	0
FEE5 – Usuarios de Negocio no empoderado ni con conocimiento de negocio	0-No presente/No influye	0
FEE6 – Cambios frecuentes de prioridad en el levantamiento de requerimientos	0-No presente/No influye	0
FEE7 – Analista de requerimientos con tiempo parcial en el proyecto	0-No presente/No influye	0
FEE8 – Baja idoneidad de analistas de requerimientos (Pensamiento analítico, capacidad de escribir, entre otros)	0-No presente/No influye	0

Tabla 68 Factores de Entorno y de Equipo FEE (Boehm B.W. C. B., 1995)

A continuación, se presenta la forma como se calificó cada uno de los FEE -Tabla 69:

Factor Entorno y de Equipo	Peso
F1 – Familiaridad con Procesos de Desarrollo Todo el miembro del equipo tiene dos (2) años o más de experiencia usando el método en varios proyectos	5
F2 – Experiencia de la Aplicación (Tema). Todos los miembros del equipo tienen dos (2) años o más de experiencia	5
F3 – Experiencia Orientada a Objetos (Análisis, Diseño) Todos los miembros del equipo son experimentados (más de dos años o más de experiencia).	5
F4 – Capacidad del Analista Todos los miembros del equipo son experimentados, dos (2) años o más, en proyectos	5
F5 – Motivación Todo el miembro del equipo está muy motivado e inspirado	5
F6 – Estabilidad de los Requerimientos Requisitos estables en todas partes	5
F7 – Trabajadores de Tiempo Parcial Todos los trabajadores por horas	5
F8 – Dificultad del Lenguaje de Programación Todos los miembros del equipo son programadores experimentados	0

Tabla 69 Calificación Factores de Entorno y de Equipo FEE (Boehm B.W. C. B., 1995)

Finalmente se suman los valores obtenidos para cada uno de los Factores de Entorno y Equipo y se obtiene el FEE – Tabla 70-.

Factor Entorno y de Equipo	Factor Entorno y de Equipo	Peso Factor Entorno y de Equipo FEE	Grado de Influencia GFEE	Calificación FEE
F1	FEE1 – Baja familiaridad con el Proceso de Negocio de los analistas de Requerimientos	1,5	5	7,5
F2	FEE2 – Bajo compromiso y empoderamiento del Líder Funcional del proyecto	0,5	5	2,5
F3	FEE3 – Falta definición del marco jurídico	1	5	5
F4	FEE4 – Baja experiencia de los ingenieros en el levantamiento de Requerimientos	0,5	5	2,5
F5	FEE5 – Usuarios de Negocio no empoderado ni con conocimiento de negocio	1	5	5
F6	FEE6 – Cambios frecuentes de prioridad en el levantamiento de requerimientos	2	5	10
F7	FEE7 – Analista de requerimientos con tiempo parcial en el proyecto	-1	5	-5
F8	FEE8 – Baja idoneidad de analistas de requerimientos (Pensamiento analítico, capacidad de escribir, entre otros)	-1	0	0
	Factores de Entorno y de Equipo FEE			27,5

Tabla 70 Suma Calificación Factores de Entorno y de Equipo FEE (Boehm B.W. C. B., 1995)

El FA: Factor Ambiental (Efactor), lo obtenemos mediante la fórmula Ecuación 13 (Boehm B.W. C. B., 1995).

FA: Factor Ambiental (Efactor)

$$FA=1.4 + (-0.03*FEE) = 0.575$$

Ecuación 13 Cálculo de Factor Ambiental

Finalmente, obtenemos el Esfuerzo Horas Hombre Estimadas de Ejecución de Pruebas Ajustada para el Desarrollo del Sistema de Información MUISCA a construir -Tabla 71-

EJECUCIÓN DE PRUEBAS		
Proceso Misional:	Gestión Jurídica	
Proyecto:	Régimen Tributario Especial - Entidades sin ánimo de lucro	
Tipo Proyecto	Mantenimiento correctivo	
Entradas		
Formato	Descripción	Incluido (S/N)
SIN FORMATO	Solicitud de ejecución de pruebas	NO
FT-SI-1847	Requerimientos de Alto Nivel	NO
FT-SI-2006	Especificación Funcional de Alto Nivel	NO
FT-SI-2007	Especificación Funcional detallada	NO
FT-SI-2009	Casos de Uso	SI
FT-SI-2003	Modelo de diseño	SI
FT-SI-2004	Diseño de Base de Datos	SI
FT-SI-2005	Diseño de Interfaz de Usuario	SI
FT-SI-2180	Formato de Control Cambios F30001	SI
SIN FORMATO	Script de datos parametrizables	SI
FT-SI-1849	Plan de Pruebas actualizado	NO
Entregables		
Formato	Descripción	Se entrega (S/N)
FT-SI-1851	Formato de aceptación de pruebas técnicas	SI
SIN FORMATO	Informe de ejecución de Pruebas	SI
FT-SI-1849	Plan de Pruebas actualizado	SI
FT-SI-1851	Formato de aceptación de pruebas funcionales	SI
Recursos Fase de Codificación		
Número de Ingenieros asignados a la Fase de Ejecución de Pruebas		1
Fecha de inicio:	6/03/2019	
Líder del Proyecto:	Jairo Iván Ortega Peña	

	Líder Funcional:	Omar Humberto Padilla	
	Total Puntos de Función	Total Puntos de Función Ajustados	Horas/Hombre
	0	0	
No.	REQUERIMIENTO /CASO DE USO	DESCRIPCION	Puntos de Función
1	REQ-001	DILIGENCIAR Y PRESENTAR SOLICITUD	$\sum_1^n PF$
			$\sum_1^n REQ$

Tabla 71 Esfuerzo hora/ingeniero Ajustada para Tipo de Componente vs. Nivel de Complejidad

En la Tabla 72, podemos observar los valores estimados calculados con el instrumento de estimación para la ejecución de las pruebas de las funcionalidades estándares construidas para el servicio informático electrónico MUISCA RET-ESAL, en cumplimiento de los acuerdos de servicios de la Coordinación de Desarrollo de Sistemas de Información CDSI, con el área de gestión misional, con la entrega oportuna del servicio en producción, para que se dispusiera del servicio oportunamente a los Contribuyentes para el registro de solicitudes, el reparto y sustanciación de las solicitudes, y la expedición y notificación de los actos administración de calificación y de exclusión en el Registro Especial de Entidades Sin Ánimo de Lucro RET-ESAL.

PRUEBAS		
Proceso Misional:	Gestión Jurídica	
Proyecto:	Regimen Tributario Especial - Entidades sin ánimo de lucro	
Tipo Proyecto	Mantenimiento correctivo	
Entradas		
Formato	Descripción	Incluido (S/N)
SIN FORMATO	Solicitud de ejecución de pruebas	NO
FT-SI-1847	Requerimientos de Alto Nivel	NO
FT-SI-2006	Especificación Funcional de Alto Nivel	NO
FT-SI-2007	Especificación Funcional detallada	NO
FT-SI-2009	Casos de Uso	SI
FT-SI-2003	Modelo de diseño	SI
FT-SI-2004	Diseño de Base de Datos	SI
FT-SI-2005	Diseño de Interfaz de Usuario	SI
FT-SI-2180	Formato de Control Cambios F30001	SI
SIN FORMATO	Script de datos parametrizables	SI
FT-SI-1849	Plan de Pruebas actualizado	NO
Entregables		
Formato	Descripción	Se entrega (S/N)
FT-SI-1851	Formato de aceptacion de pruebas técnicas	SI
SIN FORMATO	Informe de ejecución de Pruebas	SI
FT-SI-1849	Plan de Pruebas actualizado	SI
FT-SI-1851	Formaato de aceptacion de pruebas funcionales	SI
Recursos Fase de Codificación		
Número de Ingenieros asignados a la Fase de Codificación		1
Fecha de inicio:	6/03/2019	
Líder del Proyecto:	Bernardo Oyuela López	
Líder Funcional:	Omar Humberto Padilla	
TOTAL HORAS	TOTAL HORAS AJUSTADAS	HORAS/HOMBRE
1027	824	824
REQUERIMIENTO/CASO DE USO	DESCRIPCION	HORAS/REQ
CU001	Diligenciar y Presentar Solicitud RTE	115,5
CU002	Publicar Información ESAL y Registrar Comentarios	89
CU003	ASIGNAR PUNTAJE A SOLICITUDES POR COMENTARIOS REGISTRADOS	31
CU004	Registrar Respuesta a Comentarios	48
CU005.1	EVALUAR VENCIMIENTOS PARA REGISTRAR COMENTARIOS	51
CU005.2	EVALUAR VENCIMIENTOS PARA REGISTRAR RESPUESTA A COMENTARIOS	32
CU005.3	REPARTIR AUTOMATICAMENTE ASUNTOS DE SOLICITUDES SIN COMENTARIOS PARA SUS	32
CU005.4	REPARTIR AUTOMATICAMENTE ASUNTOS DE SOLICITUDES CON RESPUESTA A COMENTARIO	51
CU006.1	SUSTANCIAR ASUNTO (SOLICITUD) EN RECAUDO	51
CU006.2	SUSTANCIAR ASUNTO (SOLICITUD) EN FISCALIZACIÓN	76,5
CU007.1	PROYECTAR ACTO ADMINISTRATIVO RTE	150,5
CU007.2	REVISAR ACTO ADMINISTRATIVO RTE / INFORME DECISION FISCALIZACION	108
CU007.3	FIRMAR ACTO ADMINISTRATIVO RTE / INFORME DE VERIFICACIÓN DE FISCALIZACIÓN	38
CU007.4	FIRMAR ACTOS ADMINISTRATIVOS RTE GENERADOS AUTOMATICAMENTE	51
CU008.1	Generar Masivamente Resoluciones que Niegan la Calificación como Contribuyentes de	51
CU008.2	GENERAR MASIVAMENTE RESOLUCIONES QUE EXCLUYEN DEL RÉGIMEN TRIBUTARIO ESP	51

Tabla 72 Esfuerzo hora/ingeniero Ajustada para Tipo de Componente vs. Nivel de Complejidad

Tanto para los factores ambientales como para los Técnicos, es importante evaluar periódicamente el comportamiento de las variables que fueron definidas en la planeación, porque pueden haber surgido cambios que no se pueden prever y que afectan el desempeño de los proyectos, afectando una o varias de las restricciones de alcance, costo o tiempo.

Finalmente, la suma del valor estimado ajustado para la ejecución de las pruebas de todos los requerimientos funcionales a construir para el nuevo sistema de información y/o mantenimiento evolutivo de uno existente se traslada automática al cuadro de control del proyecto de desarrollo, esto para determinar el esfuerzo estimado total de todo el proyecto –obsérvese Tabla 73- Esfuerzo Total Estimados Horas Hombre para el Desarrollo de Sistema de Información MUISCA.

DIRECCIÓN DE IMPUESTOS Y ADUANAS NACIONALES - DIAN
SUBDIRECCIÓN DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES
COORDINACIÓN DE DESARROLLO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN
ESTIMACIÓN DE HORAS/HOMBRE PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS



Proceso Misional: Gestión Jurídica
Proyecto: Régimen Tributario Especial - Entidades sin ánimo de lucro
Tipo de Proyecto: Mantenimiento evolutivo

Fecha Inicio: 6/03/2019
Número de días estimados: 0
Fecha Final estimada: 6/03/2019

Líder Técnico: Bernardo Oyuela López
Líder Funcional: Omar Humberto Padilla

FASE	ESTIMACIÓN (Horas/Hombre)
Análisis de Requerimientos	0,00
Análisis y Diseño	0,00
Codificación	0,00
Pruebas	0,00
Implantación	0,00
Total (Horas/Hombre)	0,00

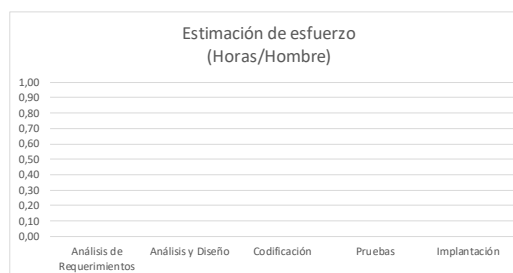


Tabla 73 Esfuerzo Total Estimados Horas Hombre para el Desarrollo de Sistema de Información MUISCA

Si las pruebas que se están realizando no son funcionales, hay que aplicar un factor de corrección adicional a los TCPs calculados anteriormente:

Tipo de Pruebas (TP)	Peso
Pruebas funcionales	1
Usabilidad	1,15
Interfaces	1,25
Base de Datos	1,35
Rendimiento (manual)	1,35
Seguridad	1,40
Algoritmos de cálculo	1,40

Tabla 74 Factores de Ajuste por Tipo de Pruebas (Hernandez. Abeleira, 2016)

5.3 Prueba Piloto Instrumento Estimación Esfuerzo Procedimiento Implantación

En el proceso de estimación para el procedimiento de implantación se utiliza la *Técnica de estimación de la EDT de Tres puntos*, con lo cual la DIAN contará con un proceso sistemático que le ayudará a realizar estimaciones de tiempo, costo y recursos.

El objetivo general es desarrollar una Guía que le servirá a la DIAN para adoptar el uso de la *Técnica de estimación de la EDT de Tres Puntos*. De aquí se desprenden los siguientes objetivos específicos:

- Obtener una estimación de costo y tiempo de las actividades del procedimiento de implantación.
- Identificar las características del contexto de las actividades de implantación del software construido.
- Identificar los requerimientos y componentes estándares que se tendrán en cuenta en las actividades del procedimiento de implantación.
- Usar la base de datos histórica de proyectos de desarrollo, con el propósito de realizar estimaciones precisas.

En este proceso, también se deben tener en cuenta las entradas, salidas y roles de las actividades a realizar, las cuales se describen a continuación:

- Los usuarios finales, que pueden ser las subdirecciones que tienen la necesidad de desarrollo de un software, generan la definición de nuevos proyectos, entregando las características y requerimientos de estos.
- La Coordinación para el Apoyo a los Sistemas de Información de la DIAN, con base en lo anteriormente mencionado, identifica el contexto del proyecto y busca los parámetros de estimación.
- La Coordinación para el Apoyo a los Sistemas de Información de la DIAN, clasifica las actividades del procedimiento de implantación en actividades estándares, calcula el tamaño del proyecto y usando los parámetros de estimación, calcula la estimación del costo y duración del proyecto.

5.3.1 Técnica Estimación EDT de Tres Puntos - Esfuerzo hora/ingeniero para Implantación

Una vez que la EDT está lista y se conocen las estimaciones de tamaño y esfuerzo, ya está listo para la programación de las tareas. Para la programación de las tareas, deben tenerse en cuenta (w3ii.com, 2016):

- *Precedencia - Una tarea que debe ocurrir antes de que otro se dice que tiene precedencia sobre la otra.*
- *La concurrencia - tareas concurrentes son aquellos que pueden ocurrir al mismo tiempo (en paralelo).*
- *Ruta Crítica - conjunto específico de tareas secuenciales en los que la fecha de finalización del proyecto depende de la ruta más eficiente*

Todos los proyectos tienen una ruta crítica. Acelerar las tareas no críticas no acorta directamente el programa.

5.3.1.1 Técnica de estimación de tres puntos

Estimación de tres puntos se ocupa de tres valores (w3ii.com, 2016):

- Estimación más optimista (O),
- Estimación más probable (M), y
- Estimación pesimista (menos probable (L)).

La estimación de tres puntos (E) se basa en el promedio simple y sigue distribución triangular.

$$E = (O + M + L) / 3$$

Pasos de estimación de Tres puntos (w3ii.com, 2016)

Paso 1 - Llegada a la EDT.

Paso 2 - Para cada tarea, encontrar tres valores - estimación más optimista (O), una estimación más probable (M), y una estimación pesimista (L).

Paso 3 - Calcular la media de los tres valores.

$$\text{Media} = (O + M + L) / 3$$

Paso 4 - calcular la estimación de tres puntos de la tarea. Estimación de tres puntos es la media.

Por lo tanto,

$$E = \text{Media} = (O + M + L) / 3$$

Paso 5 - Repetir los pasos 2, 3, 4 para todas las tareas en la EDT.

Paso 6 - calcular la estimación de tres puntos del proyecto.

$$E (\text{Proyecto}) = \Sigma E (\text{tareas})$$

En la Tabla 75, podemos observar los valores estimados calculados con el instrumento de estimación para la implantación del servicio informático electrónico MUISCA RET-ESAL, en cumplimiento de los acuerdos de servicios de la Coordinación de Desarrollo de Sistemas de Información CDSI, con el área de gestión misional, con la entrega oportuna del servicio en producción, para que se dispusiera del servicio oportunamente a los Contribuyentes para el registro de solicitudes, el reparto y sustanciación de las solicitudes, y la expedición y notificación de los actos administración de calificación y de exclusión en el Registros Especial de Entidades Sin Ánimo de Lucro RET-ESAL.

IMPLANTACIÓN		
Proceso Misional:	Gestión Jurídica	
Proyecto:	Regimen Tributario Especial - Entidades sin ánimo de lucro	
Tipo Proyecto	Mantenimiento correctivo	
Entradas		
Formato	Descripción	Incluido (S/N)
SIN FORMATO	Solicitud a Comité de Cambios	SI
FT-SI-1851	Formato de aceptacion de pruebas técnicas	SI
FT-SI-1851	Formato de aceptacion de pruebas funcional	SI
FT-SI-2180	Formato de Control de Cambios F30001	SI
SIN FORMATO	Script de datos parametrizables	SI
SIN FORMATO	Mapa de Despliegue	SI
Entregables		
Formato	Descripción	Se entrega (S/N)
SIN FORMATO	Solicitud a Comité de Cambios Solucionada	SI
SIN FORMATO	Acta de Comité de Cambios	SI
SIN FORMATO	Mapa de Despliegue Actualizado	SI
FT-SI-2180	Formato de Control de Cambios F30001	SI
Recursos Fase de Codificación		
Número de Ingenieros asignados a la Fase de Codificación		1
Fecha de inicio:	6/03/2019	
Líder del Proyecto:	Bernardo Oyuela López	
Líder Funcional:	Omar Humberto Padilla	
TOTAL HORAS	TOTAL HORAS AJUSTADAS	HORAS/HOMBRE
170	111	111
REQUERIMIENTO/CASO DE USO	DESCRIPCION	HORAS/REQ
CU001	Diligenciar y Presentar Solicitud RTE	18,9
CU002	Publicar Información ESAL y Registrar Comentarios	12,65
CU003	ASIGNAR PUNTAJE A SOLICITUDES POR COMENTARIOS REGISTRADOS	5,45
CU004	Registrar Respuesta a Comentarios	12,6
CU005.1	EVALUAR VENCIMIENTOS PARA REGISTRAR COMENTARIOS	8,8
CU005.2	EVALUAR VENCIMIENTOS PARA REGISTRAR RESPUESTA A COMENTARIOS	6,2
CU005.3	REPARTIR AUTOMATICAMENTE ASUNTOS DE SOLICITUDES SIN COMENTARIOS PARA SUS	6,2
CU005.4	REPARTIR AUTOMATICAMENTE ASUNTOS DE SOLICITUDES CON RESPUESTA A COMENTA	8,8
CU006.1	SUSTANCIAR ASUNTO (SOLICITUD) EN RECAUDO	8,8
CU006.2	SUSTANCIAR ASUNTO (SOLICITUD) EN FISCALIZACIÓN	17,9
CU007.1	PROYECTAR ACTO ADMINISTRATIVO RTE	21,2
CU007.2	REVISAR ACTO ADMINISTRATIVO RTE / INFORME DECISION FISCALIZACION	15,25
CU007.3	FIRMAR ACTO ADMINISTRATIVO RTE / INFORME DE VERIFICACIÓN DE FISCALIZACIÓN	3,85
CU007.4	FIRMAR ACTOS ADMINISTRATIVOS RTE GENERADOS AUTOMATICAMENTE	7,45
CU008.1	Generar Masivamente Resoluciones que Niegan la Calificación como Contribuyentes de	8,8
CU008.2	GENERAR MASIVAMENTE RESOLUCIONES QUE EXCLUYEN DEL RÉGIMEN TRIBUTARIO ESP	7,45

Tabla 75 Esfuerzo Total Estimados Horas Hombre para la Implantación de Sistema de Información MUISCA RET-ESAL

Finalmente, la suma del valor estimado ajustado para la implantación del nuevo sistema de información y/o mantenimiento evolutivo de uno existente se traslada automática al cuadro de control del proyecto de desarrollo, esto para determinar el esfuerzo estimado total de todo el proyecto –obsérvese Tabla 76-.

DIRECCIÓN DE IMPUESTOS Y ADUANAS NACIONALES - DIAN
SUBDIRECCIÓN DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES
COORDINACIÓN DE DESARROLLO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN
ESTIMACIÓN DE HORAS/HOMBRE PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS



Proceso Misional: Gestión Jurídica
Proyecto: Regimen Tributario Especial - Entidades sin ánimo de lucro
Tipo de Proyecto: Mantenimiento evolutivo

Fecha Inicio: 6/03/2019
Número de días estimados: 157
Fecha Final estimada: 10/10/2019

Líder Técnico: Bernardo Oyuela López
Líder Funcional: Omar Humberto Padilla

FASE	ESTIMACIÓN (Horas/Hombre)
Análisis de Requerimientos	0,00
Análisis y Diseño	0,00
Codificación	320,93
Pruebas	824,00
Implantación	110,70
Total (Horas/Hombre)	1255,62

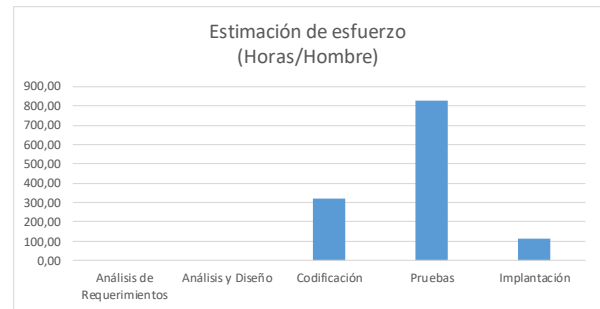


Tabla 76 Esfuerzo Total Estimados Horas Hombre de Codificación, Ejecución de Pruebas e Implantación para el Desarrollo de Sistema de Información MUISCA RET-ESAL

6 CONCLUSIONES

La definición del instrumento de estimación de esfuerzo y tiempo requerido para la construcción de los sistemas de información en la DIAN, en la fase inicial de planeación, permitió a la Coordinación de Desarrollo de SI, mejorar en el cumplimiento de entrega oportuna de éstos a las áreas de gestión misionales y administrativas.

Los sistemas de información para la DIAN actualmente son desarrollados con una planeación sin estimaciones de tiempo y recursos que permitan a la Coordinación de Desarrollo cumplir con los acuerdos de servicio (ANS) con las áreas de gestión misionales de fechas de entrega en producción de los mismos. Para las fases de desarrollo, pruebas e implantación se pretende:

- Reducir los tiempos de desfase entre las fechas de entregadas acordadas en producción estimadas y acordadas con las áreas de gestión misional y la fecha real de despliegue en producción de los sistemas de información construidos para soportar los procesos misionales o de apoyo en cumplimiento de los acuerdos de servicios de fecha de entrega de los Sistemas de Información desplegados en producción oportunamente.
- Optimizar el proceso de gestión de TI, particularmente la programación del recurso de ingenieros asignados a los proyectos de desarrollo de sistemas de información.

El instrumento de estimación definido también permitió la optimización del proceso de planeación al interior de la Coordinación, particularmente en la asignación del personal de ingeniería, en las diferentes fases del ciclo de desarrollo de los sistemas de información, identificando factores relacionados con la formación y experiencia de los ingenieros entregando oportunamente los mismos a la Organización para el cumplimiento de sus objetivos misionales y facilitar a los contribuyentes y ciudadanos el cumplimiento de sus obligaciones fiscales.

La identificación de componentes del software construido en la DIAN y el mapeo de estos en puntos funcionales estándares permite la estimación del esfuerzo y tiempo necesario de construcción de los nuevos y el mantenimiento evolutivo de los sistemas de información permite a la Coordinación de Desarrollo establecer y comprometerse en fechas de entrega en producción con las áreas misionales de gestión de la DIAN, y a la vez que estas dispongan a sus funcionarios,

contribuyentes de los sistemas de información para el cumplimiento de sus objetivos misionales; y a los ciudadanos el cumplimiento de sus obligaciones tributarias, aduaneras y cambiarias con el Estado Colombiano.

La construcción de sistemas de información o SIEs (Sistema Informático Electrónico) de la DIAN, comienza con un conjunto de actividades de planificación del proyecto, el método definido para estimación del esfuerzo para las actividades de cada una de las fases del ciclo de desarrollo, se puede realizar primeramente conociendo las necesidades del área misional, mapeando cada una de éstas con puntos funcionales estándares.

La estimación del esfuerzo horas necesarias y el tiempo empleado puede optimizarse manejando variables de ajustes técnicos como son el conocimiento y experiencia de los ingenieros. También factores ambientales como son la dedicación de éstos al proyecto de desarrollo.

La aplicación del método de estimación en el proyecto de desarrollo del SI para el Reporte de la Conciliación Fiscal, se observó que se consumió en la construcción del software las horas ingenieros calculadas con herramienta que instrumentaliza éste método y se cumplió con fecha establecida con el área misional para la entrega del producto en producción

De ser necesario, el método definido, adicionalmente permite, frente a los cambios de especificaciones de requerimientos o necesidades que identifique el área misional, determinar nuevamente la estimación del esfuerzo y establecer nuevamente fechas de entrega en producción del sistema de información.

El método definido permite y se recomienda su actualización con relación a la identificación de nuevos componentes de software y el mapeo con las funcionalidades del estándar de puntos de función.

7 REFERENCIAS

- Albrecht, A. (1983). *Software Function, Source Lines of Code, and Development Effort Estimation - A Software Science Validation*. Monterey, California: IEEE Transactions on Software Engineering.
- Alexander, A. (06 de 2013). *How to Determine Your Software Application Size Using How to Determine Your Software Application Size Using*. Obtenido de alvinalexander.com/FunctionPoints/: How to Determine Your Software Application Size Using
- Boehm, B. (1981). *Software Engineering Economics*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Chindamber, R. S. (1994). A metrics suite for object oriented design . *IEEE Transactions on Software Engineering Vol. 20, nº 6*.
- Cordero Carrasco, R. J. (2013). *UNA HERRAMIENTA DE APOYO A LA ESTIMACIÓN DEL ESFUERZO DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN PROYECTOS PEQUEÑOS*. Santiago de Chile: Universidad de Chile. Obtenido de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/115273/cf-cordero_rc.pdf?sequence=1
- DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia. (2017). *PR-SI-0150 - PROCEDIMIENTO DE CODIFICACIÓN DE SISTEMAS*. Bogotá D.C.: DIAN.
- DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia. (2017). *PR-SI-0151 PROCEDIMIENTO DE EJECUCION DE PRUEBAS DE PRUEBAS DE SISTEMAS DE INFORMACION*. Bogotá D.C.: DIAN.
- DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia. (2017). *PR-SI-0152 PROCEDIMIENTO DE IMPLANTACION DE SISTEMAS DE INFORMACION*. Bogotá D.C.: DIAN.
- Garmus, D., & Herron, D. (2000). *Function Point Analysis: Measurement Practices for Successful Software Projects*. México: Addison-Wesley Professional.
- Hernandez. Abeleira, J. (18 de 04 de 2016). *Técnicas de Estimación de Pruebas - Test Case Point Analysis* . Obtenido de TestWare : <http://jesus.hernandez.abeleira.com/2016/03/tecnicas-de-estimacion-de-pruebas-test.html>
- Planning poker*. (28 de 02 de 2012). Obtenido de [es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org/wiki/Planning_poker): https://es.wikipedia.org/wiki/Planning_poker
- Pressman, R. S. (2002). *Ingeniería de Software, Un Enfoque Práctico*. Mexico: McGrawHill.
- Sanchez Rodriguez, F. (1999). *Planificación y Gestión de Sistemas de Información, Medida del Tamaño Funcional*. Argentina.

Schoedel, R. (2006). *PROxy Based Estimation (PROBE) for Structured Query Language (SQL)*. Pittsburgh: Carnegie Mellon University.

w3ii.com. (2016). *Las técnicas de estimación de la EDT*. Obtenido de w3ii.com:

http://www.w3ii.com/es/estimation_techniques/estimation_techniques_work_breakdown_structure.html

8 BIBLIOGRAFIA

- Albrecht, A. (1983). *Software Function, Source Lines of Code, and Development Effort Estimation - A Software Science Validation*. Monterey, California: IEEE Transactions on Software Engineering.
- Alexander, A. (06 de 2013). *How to Determine Your Software Application Size Using How to Determine Your Software Application Size Using*. Obtenido de alvinalexander.com/FunctionPoints/: How to Determine Your Software Application Size Using
- Boehm, B. (1981). *Software Engineering Economics*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Chindamber, R. S. (1994). A metrics suite for object oriented design . *IEEE Transactions on Software Engineering Vol. 20, n° 6*.
- Cordero Carrasco, R. J. (2013). *UNA HERRAMIENTA DE APOYO A LA ESTIMACIÓN DEL ESFUERZO DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN PROYECTOS PEQUEÑOS*. Santiago de Chile: Universidad de Chile. Obtenido de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/115273/cf-cordero_rc.pdf?sequence=1
- DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia. (2017). *PR-SI-0150 - PROCEDIMIENTO DE CODIFICACIÓN DE SISTEMAS*. Bogotá D.C.: DIAN.
- DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia. (2017). *PR-SI-0151 PROCEDIMIENTO DE EJECUCION DE PRUEBAS DE PRUEBAS DE SISTEMAS DE INFORMACION*. Bogotá D.C.: DIAN.
- DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia. (2017). *PR-SI-0152 PROCEDIMIENTO DE IMPLANTACION DE SISTEMAS DE INFORMACION*. Bogotá D.C.: DIAN.
- Garmus, D., & Herron, D. (2000). *Function Point Analysis: Measurement Practices for Successful Software Projects*. México: Addison-Wesley Professional.
- Hernandez. Abeleira, J. (18 de 04 de 2016). *Técnicas de Estimación de Pruebas - Test Case Point Analysis* . Obtenido de TestWare : <http://jesus.hernandez.abeleira.com/2016/03/tecnicas-de-estimacion-de-pruebas-test.html>
- Planning poker*. (28 de 02 de 2012). Obtenido de es.wikipedia.org: https://es.wikipedia.org/wiki/Planning_poker
- Pressman, R. S. (2002). *Ingenieria de Software, Un Enfoque Práctico*. Mexico: McGrawHill.

Sanchez Rodriguez, F. (1999). *Planificación y Gestión de Sistemas de Información, Medida del Tamaño Funcional*. Argentina.

Schoedel, R. (2006). *PROxy Based Estimation (PROBE) for Structured Query Language (SQL)*. Pittsburgh: Carnegie Mellon University.

w3ii.com. (2016). *Las técnicas de estimación de la EDT*. Obtenido de w3ii.com:

http://www.w3ii.com/es/estimation_techniques/estimation_techniques_work_breakdown_structure.html

Planning poker. (28 de 02 de 2012). Obtenido de es.wikipedia.org:
https://es.wikipedia.org/wiki/Planning_poker

Project Management Institute – PMI (2013), Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos – Quinta Edición. PMI Book Service Center.

Parag C. Pendharkar, Probabilistic estimation of software size and effort, Expert Systems with Applications, Volume 37, Issue 6, June 2010, Pages 4435-4440, ISSN 0957-4174, <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2009.11.085>.(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417409010276>)

Parag C. Pendharkar, Probabilistic estimation of software size and effort, Expert Systems with Applications, Volume 37, Issue 6, June 2010, Pages 4435-4440, ISSN 0957-4174, <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2009.11.085>.
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417409010276>)

Parag C. Pendharkar, Probabilistic estimation of software size and effort, Expert Systems with Applications, Volume 37, Issue 6, June 2010, Pages 4435-4440, ISSN 0957-4174, <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2009.11.085>.
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417409010276>)

Pilar Alexandra Moreno (2012). Ingeniería de Software. Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Qinbao Song, Martin Shepperd, A new imputation method for small software project data sets, Journal of Systems and Software, Volume 80, Issue 1, January 2007, Pages 51-62, ISSN 0164-1212, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2006.05.003>.

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121206001464>)

Roger S. Pressman, (2010), Ingeniería del Software UnEnfoque Práctico. México: Mc Graw Hill.

Sun-Jen Huang, Nan-Hsing Chiu, Li-Wei Chen, Integration of the grey relational analysis with genetic algorithm for software effort estimation, European Journal of Operational Research, Volume 188, Issue 3, 1 August 2008, Pages 898-909, ISSN 0377-2217, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2007.07.002>.
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221707006418>)

Sun-Jen Huang, Nan-Hsing Chiu, Optimization of analogy weights by genetic algorithm for software effort estimation, Information and Software Technology, Volume 48, Issue 11, November 2006, Pages 1034-1045, ISSN 0950-5849, <http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2005.12.020>.

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584906000061>)

S.D. Conte, H.E. Dunsmore, V.Y. Shen, Software Effort Estimation and Productivity, In: Marshall C. Yovits, Editor(s), Advances in Computers, Elsevier, 1985, Volume 24, Pages 1-60, ISSN 0065-2458, ISBN 9780120121243, [http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2458\(08\)60364-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2458(08)60364-2).
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065245808603642>)

Sanchez Rodriguez, F. (1999). *Planificación y Gestión de Sistemas de Información, Medida del Tamaño Funcional*. Argentina.

Schoedel, R. (2006). *PROxy Based Estimation (PROBE) for Structured Query Language (SQL)*. Pittsburgh: Carnegie Mellon University.

Universidad de Chile (2013), Una Herramienta de Apoyo a la Estimación del Esfuerzo de Desarrollo de Software en Proyectos Pequeños. Chile: Recuperado de:

<http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/115273>

w3ii.com. (2016). *Las técnicas de estimación de la EDT.* Obtenido de w3ii.com:
[http://www.w3ii.com/es/estimation_techniques/estimation_techniques_work_breakdown_structure.ht
ml](http://www.w3ii.com/es/estimation_techniques/estimation_techniques_work_breakdown_structure.html)

w3ii.com. (2016). *Las técnicas de estimación de la EDT.* Obtenido de w3ii.com:
[http://www.w3ii.com/es/estimation_techniques/estimation_techniques_work_breakdown_structure.ht
ml](http://www.w3ii.com/es/estimation_techniques/estimation_techniques_work_breakdown_structure.ht)

9 TRABAJOS CITADOS

- Albrecht, A. (1983). *Software Function, Source Lines of Code, and Development Effort Estimation - A Software Science Validation*. Monterey, California: IEEE Transactions on Software Engineering.
- Alexander, A. (06 de 2013). *How to Determine Your Software Application Size Using How to Determine Your Software Application Size Using*. Obtenido de alvinalexander.com/FunctionPoints/: How to Determine Your Software Application Size Using
- Boehm, B. (1981). *Software Engineering Economics*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Chindamber, R. S. (1994). A metrics suite for object oriented design . *IEEE Transactions on Software Engineering Vol. 20, n° 6*.
- Cordero Carrasco, R. J. (2013). *UNA HERRAMIENTA DE APOYO A LA ESTIMACIÓN DEL ESFUERZO DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN PROYECTOS PEQUEÑOS*. Santiago de Chile: Universidad de Chile. Obtenido de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/115273/cf-cordero_rc.pdf?sequence=1
- DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia. (2017). *PR-SI-0150 - PROCEDIMIENTO DE CODIFICACIÓN DE SISTEMAS*. Bogotá D.C.: DIAN.
- DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia. (2017). *PR-SI-0151 PROCEDIMIENTO DE EJECUCION DE PRUEBAS DE PRUEBAS DE SISTEMAS DE INFORMACION*. Bogotá D.C.: DIAN.
- DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia. (2017). *PR-SI-0152 PROCEDIMIENTO DE IMPLANTACION DE SISTEMAS DE INFORMACION*. Bogotá D.C.: DIAN.
- Garmus, D., & Herron, D. (2000). *Function Point Analysis: Measurement Practices for Successful Software Projects*. México: Addison-Wesley Professional.
- Hernandez. Abeleira, J. (18 de 04 de 2016). *Técnicas de Estimación de Pruebas - Test Case Point Analysis* . Obtenido de TestWare : <http://jesus.hernandez.abeleira.com/2016/03/tecnicas-de-estimacion-de-pruebas-test.html>
- Planning poker*. (28 de 02 de 2012). Obtenido de es.wikipedia.org: https://es.wikipedia.org/wiki/Planning_poker
- Pressman, R. S. (2002). *Ingeniería de Software, Un Enfoque Práctico*. Mexico: McGrawHill.
- Sanchez Rodriguez, F. (1999). *Planificación y Gestión de Sistemas de Información, Medida del Tamaño Funcional*. Argentina.

Schoedel, R. (2006). *PROxy Based Estimation (PROBE) for Structured Query Language (SQL)*. Pittsburgh: Carnegie Mellon University.

w3ii.com. (2016). *Las técnicas de estimación de la EDT*. Obtenido de w3ii.com:

http://www.w3ii.com/es/estimation_techniques/estimation_techniques_work_breakdown_structure.html

10 ANEXOS

10.1 Anexo 1. Catálogo de Puntos de Función PF para la construcción de software para los sistemas de Información para la DIAN

CATALOGO DE PUNTOS DE FUNCIÓN			
Funcionalidad Global	Funcionalidad	Puntos de Función	Tipo
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Consultar tareas pendientes por proyectar	Consulta Externa
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Implementar interfaz de proyectar	Archivo de interfaz externo
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Aplicar reglas de validación	Consulta Externa
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Construir Plantilla (.odt)	Entrada externa
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Editar Plantilla (Interfaz de usuario)	Entrada externa
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Almacenar borrador	Archivo lógico Interno
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Generar acto en PDF	Salida externa
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Reparto y asignación de tareas	Entrada externa
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Gestionar expediente	Archivo lógico Interno
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Consultar tareas pendientes por proyectar	Consulta Externa
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Interfaz de proyectar	Entrada externa
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Aplicar reglas de validación	Entrada externa
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Diligenciar Plantilla con datos existentes (.odt)	Salida externa

CATALOGO DE PUNTOS DE FUNCIÓN			
Funcionalidad Global	Funcionalidad	Puntos de Función	Tipo
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Editar Plantilla (Interfaz de usuario)	Salida externa
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Almacenar borrador	Archivo lógico Interno
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Generar acto en PDF	Salida externa
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Gestionar expediente	Archivo lógico Interno
Gestionar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Consultar pendientes por firmar	Consulta Externa
Gestionar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Consultar y mostrar y editar Plantilla (Interfaz de usuario)	Entrada externa
Gestionar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Generar PDF	Salida externa
Gestionar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Gestionar expediente	Archivo lógico Interno
Gestionar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Formalizar documento	Salida externa
Gestionar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Actualizar Buzón de Notificación	Archivo lógico Interno
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Reparto y asignación de tareas	Entrada externa
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Gestionar expediente	Archivo lógico Interno
Gestionar Acto Administrativo	Corregir acto	Consultar Actos	Consulta Externa
Gestionar Acto Administrativo	Corregir acto	Editar Datos Plantilla (Interfaz de usuario)	Entrada externa
Gestionar Acto Administrativo	Corregir acto	Aplicar reglas de validación	Entrada externa
Gestionar Acto Administrativo	Corregir acto	Construir Plantilla (.odt)	Entrada externa

CATALOGO DE PUNTOS DE FUNCIÓN			
Funcionalidad Global	Funcionalidad	Puntos de Función	Tipo
Gestionar Acto Administrativo	Corregir acto	Generar acto en PDF	Salida externa
Gestionar Acto Administrativo	Corregir acto	Almacenar borrador	Archivo lógico Interno
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Reparto y asignación de tareas	Entrada externa
Gestionar Acto Administrativo	Corregir acto	Gestionar expediente	Archivo lógico Interno
Gestionar Acto Administrativo	Corregir acto	Seguir flujo Proceso	Entrada externa
Gestionar Acto Administrativo	Anular Acto	Consultar Actos	Salida externa
Gestionar Acto Administrativo	Anular Acto	Elaborar Interfaz de usuario	Archivo lógico Interno
Gestionar Acto Administrativo	Anular Acto	Aplicar reglas de validación	Archivo lógico Interno
Gestionar Acto Administrativo	Anular Acto	Construir Plantilla (.odt)	Entrada externa
Gestionar Acto Administrativo	Anular Acto	Generar acto en PDF (Para mostrar)	Salida externa
Gestionar Acto Administrativo	Anular Acto	Almacenar borrador	Archivo lógico Interno
Gestionar Acto Administrativo	Anular Acto	Gestionar expediente	Archivo lógico Interno
Gestionar Acto Administrativo	Anular Acto	Seguir flujo Proceso	Archivo lógico Interno
Gestionar Acto Administrativo	Consultar gestión de actos administrativos	Desplegar Interfaz de consulta	Consulta Externa
Gestionar Acto Administrativo	Consultar gestión de actos administrativos	Definir reportes Batch	Salida externa

CATALOGO DE PUNTOS DE FUNCIÓN			
Funcionalidad Global	Funcionalidad	Puntos de Función	Tipo
Gestionar Acto Administrativo	Consultar gestión de actos administrativos	Definir reportes online	Salida externa
Manejo de Expedientes	Gestionar expediente	Abrir Expediente	Archivo lógico Interno
Manejo de Expedientes	Gestionar expediente	Asociar documentos soporte	Archivo lógico Interno
Manejo de Expedientes	Gestionar expediente	Asociar Usuarios – Roles	Archivo lógico Interno
Manejo de Expedientes	Gestionar expediente	Gestionar tareas	Archivo lógico Interno
Manejo de Expedientes	Gestionar expediente	Gestionar flujo de procesos	Archivo lógico Interno
Manejo de Expedientes	Gestionar expediente	Consultar asunto (Expediente)	Consulta Externa
Manejo de Expedientes	Gestionar expediente	Administrar estados expediente	Archivo lógico Interno
Carga Masiva de datos	Carga Masiva de datos	Prevalidar la información (Prevalidadores)	Entrada externa
Carga Masiva de datos	Carga Masiva de datos	Generar XML	Archivo lógico Interno
Carga Masiva de datos	Carga Masiva de datos	Subir Archivo al sistema	Entrada externa
Carga Masiva de datos	Carga Masiva de datos	Formalizar documentos	Entrada externa
Carga Masiva de datos	Carga Masiva de datos	Cargar en esquema EYS	Entrada externa
Carga Masiva de datos	Carga Masiva de datos	realizar circuito Posterior	Salida externa
Procesamiento de documentos	Diligenciamiento	Revisar casillas, marcas, validaciones documentadas en el diagramador de formularios.	Consulta Externa

CATALOGO DE PUNTOS DE FUNCIÓN			
Funcionalidad Global	Funcionalidad	Puntos de Función	Tipo
Procesamiento de documentos	Diligenciamiento	Revisar marcas de agua que aplican al formulario	Consulta Externa
Procesamiento de documentos	Diligenciamiento	Definir la relación de casillas versión anterior – versión actual	Salida externa
Procesamiento de documentos	Diligenciamiento	Definir aplicación de plazos	Salida externa
Procesamiento de documentos	Diligenciamiento	Asociar las casillas del formulario con sus correspondientes casillas de negocio	Salida externa
Procesamiento de documentos	Entradas y Salidas	Parametrización de documentos	Salida externa
Procesamiento de documentos	Entradas y Salidas	Validación de información relacionada	Salida externa
Procesamiento de documentos	Entradas y Salidas	Persistencia de documentos	Archivo lógico Interno
Procesamiento de Documentos	Interfaces	Definir metamodelo SIAT	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Interfaces	Parametrizar homologaciones	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Interfaces	Numerar documentos	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Interfaces	Parametrizar formato en el integrador	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Interfaces	Parametrizar documento en BD Central	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Interfaces	Generar información para estadísticas	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Interfaces	Parametrizar notificaciones	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Interfaces	Actualizar Buzón de Notificación	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Interfaces	Actualizar Buzón de Gestión Masiva	Entrada externa

CATALOGO DE PUNTOS DE FUNCIÓN			
Funcionalidad Global	Funcionalidad	Puntos de Función	Tipo
Procesamiento de Documentos	Interfaces	Persistir documento en Muisca	Archivo lógico Interno
Procesamiento de Documentos	Gestión y Control EAR	Validar Código de Barras (Hash) contra información DIAN	Salida externa
Procesamiento de Documentos	Gestión y Control EAR	Validar documento en tablas de Gestión EAR	Salida externa
Procesamiento de Documentos	Gestión y Control EAR	Conciliar documentos web services	Salida externa
Procesamiento de Documentos	Gestión y Control EAR	Conciliar documentos Carga Masiva	Salida externa
Procesamiento de Documentos	Gestión y Control EAR	Aplicar Circuito Posterior	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Gestión y Control EAR	Consulta Carga Masiva (Formatos 1740 y 1286)	Archivo lógico Interno
Procesamiento de Documentos	Gestión y Control EAR	Circuito posterior	Salida externa
Procesamiento de Documentos	Gestión y Control EAR	Implementar validaciones (Formatos 1740 y 1286)	Consulta Externa
Procesamiento de Documentos	Gestión y Control EAR	Generar ETL para reportes	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Gestión y Control EAR	Crear DashBoard	Salida externa
Procesamiento de Documentos	Gestión y Control EAR	Crear interfaz para reporte	Salida externa
Procesamiento de Documentos	Gestión y Control EAR	Crear reporte (Excel en bandeja de salida)	Salida externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento de Gestión Masiva	Validaciones automáticas	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento de Gestión Masiva	Solicitud de corrección de inconsistencia manual	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento de Gestión Masiva	Correcciones automáticas	Entrada externa

CATALOGO DE PUNTOS DE FUNCIÓN			
Funcionalidad Global	Funcionalidad	Puntos de Función	Tipo
Procesamiento de Documentos	Procesamiento de Gestión Masiva	Anulaciones	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento de Gestión Masiva	Crear Repetición	Salida externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento de Gestión Masiva	Manejo Rol Excepcional (Errores de Bancos)	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento de Gestión Masiva	Generación de estampillas	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento de Gestión Masiva	Gestionar expediente	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento de Gestión Masiva	Revivir documento	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento de Gestión Masiva	Actualizar modelo de negocio	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento de Gestión Masiva	Gestionar copias	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento de Gestión Masiva	Reprocesar documento/masivo	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento de Gestión Masiva	Manejo de autoadhesivo	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento de Gestión Masiva	Tarea programada	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento de Gestión Masiva	Consultar documento	Salida externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento Obligación Financiera	Crear Lógica de Negocio (Circuito)	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento Obligación Financiera	Aplicar reglas de aplicación de diferencias	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento Obligación Financiera	Aplicar reglas de aplicación pago	Entrada externa

CATALOGO DE PUNTOS DE FUNCIÓN			
Funcionalidad Global	Funcionalidad	Puntos de Función	Tipo
Procesamiento de Documentos	Procesamiento Obligación Financiera	Aplicar reglas de aplicación Intereses	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento Obligación Financiera	Aplicar reglas de aplicación Sanción	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento Obligación Financiera	Aplicar reglas de aplicación excedentes	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento Obligación Financiera	Aplicar generación de cuotas	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento Obligación Financiera	Anulación de documentos	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento Obligación Financiera	Aplicar Cronología	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento Obligación Financiera	Reproceso de documentos	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento Obligación Financiera	Aplicación de beneficios	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento Obligación Financiera	Marcación de documentos (procesos especiales como ineficacia)	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento Obligación Financiera	Manejo de detalles de movimientos	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento Obligación Financiera	Ajuste de Saldos	Entrada externa

CATALOGO DE PUNTOS DE FUNCIÓN			
Funcionalidad Global	Funcionalidad	Puntos de Función	Tipo
Procesamiento de Documentos	Procesamiento Contabilidad	Definir casillas de contexto del formato	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento Contabilidad	Evaluar estampillas	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento Contabilidad	Definir validaciones para evaluar si el documento es contabilizable (Circuito)	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento Contabilidad	Definir parametrización Contable (Maestro apunte, detalle apunte y comprobante formulario)	Entrada externa
Procesamiento de Documentos	Procesamiento Contabilidad	Definir políticas (Fecha de Inicio de Procesamiento entre otras)	Entrada externa
Procesamiento de documentos	Notificar actos	Actualizar datos de Notificación	Entrada externa
Procesamiento de documentos	Notificar actos	Consulta datos de Notificaciones	Archivo lógico Interno
Procesamiento de documentos	Notificar actos	Impresión de datos de notificaciones	Salida externa
Tramitar solicitud	Radicar Solicitud	Diligenciar información relacionada	Entrada externa
Tramitar solicitud	Radicar Solicitud	Presentar documentos	Entrada externa
Tramitar solicitud	Radicar Solicitud	Evaluación de información	Salida externa
Tramitar solicitud	Radicar Solicitud	Reparto y asignación de tareas	Entrada externa
Tramitar solicitud	Radicar Solicitud	Generar documentos asociados	Entrada externa
Tramitar solicitud	Radicar Solicitud	Aplicar reglas de validación	Entrada externa
Tramitar solicitud	Radicar Solicitud	firmar documentos	Entrada externa
Tramitar solicitud	Sustanciar solicitud	Transformación de datos	Salida externa
Tramitar solicitud	Sustanciar solicitud	Aplicar reglas de validación	Salida externa
Tramitar solicitud	Sustanciar solicitud	Diligenciar información relacionada	Archivo lógico Interno
Tramitar solicitud	Sustanciar solicitud	Generar documentos asociados	Salida externa
Tramitar solicitud	Sustanciar solicitud	firmar documentos	Entrada externa
Funcionalidades estándares	Extracción de Información	Recolección de datos dentro de los límites del sistema	Entrada externa

CATALOGO DE PUNTOS DE FUNCIÓN			
Funcionalidad Global	Funcionalidad	Puntos de Función	Tipo
Funcionalidades estándares	Transformación de información	Transformación y/o Clasificación	Salida externa
Funcionalidades estándares	Carga de datos	Almacenamiento de datos	Archivo lógico Interno
Funcionalidades estándares	Extracción de Información	Recuperación de datos en tiempo real	Consulta Externa
Funcionalidades estándares	Aplicación de lógica de negocio	Procesamiento de negocio	Salida externa
Funcionalidades estándares	Consulta y presentación de información	Exhibición (Presentación)	Salida externa
Funcionalidades estándares	Integración	Transmisión de datos e interoperabilidad	Archivo de interfaz externo

10.2 Anexo 2. Criterios de Complejidad Componentes de Codificación

CRITERIOS DE COMPLEJIDAD COMPONENTES DE CODIFICACIÓN			
COMPONENTE	CRITERIO		
Servicio	Manejo de la persistencia (CRUD) - Clases / métodos / propiedades		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	≤ 5	$> 5 \text{ Y } < 10$	≥ 10
	0,5	1	1,5
Acción	Clases / métodos / propiedades		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	≤ 5	$> 5 \text{ Y } < 10$	≥ 10
	0,5	1	1,5
Helper	Número de métodos, complejidad de la funcionalidad del método (en relación a funcionalidades de interfaz de usuario) - Clases / métodos / propiedades		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	≤ 5	$> 5 \text{ Y } < 10$	≥ 10
	0,5	1	1,5
Delegado	Número de métodos, complejidad de la funcionalidad del método (en relación a funcionalidades de interfaz de usuario) - Clases / métodos / propiedades		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	≤ 5	$> 5 \text{ Y } < 10$	≥ 10
	0,5	1	1,5
Interfaz del Sistema	1. Número de ventanas a crear 2. Número de tipos de componentes gráficos a implementar Clases / métodos / propiedades		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	≤ 5	$> 5 \text{ Y } < 10$	≥ 10
	0,5	1	1,5
Validaciones da datos de entrada	Cantidad de conceptos a validar - Clases / métodos / propiedades		
	BAJA	MEDIA	ALTA

CRITERIOS DE COMPLEJIDAD COMPONENTES DE CODIFICACIÓN			
COMPONENTE	CRITERIO		
	<= 5	> 5 Y < 10	>= 10
	0,5	1	1,5
Codificación DTO Objeto de transporte	Numero de atributos - Clases / métodos / propiedades		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	<= 5	> 5 Y < 10	>= 10
	0,5	1	1,5
Codificación DAO Objeto de persistencia	Numero de atributos en la operación MDL - Clases / métodos / propiedades		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	<= 5	> 5 Y < 10	>= 10
	0,5	1	1,5
Codificación WBO	Relacionado directamente con la complejidad de la interfaz - Clases / métodos / propiedades		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	<= 5	> 5 Y < 10	>= 10
	0,5	1	1,5
Procedimientos almacenados/funciones	Número de funcionalidades a implementar - procedimientos / funciones		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	<= 5	> 5 Y < 10	>= 10
	0,5	1	1,5
Codificación Trigger	Número de funcionalidades a implementar - procedimientos / funciones		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	<= 5	> 5 Y < 10	>= 10
	0,5	1	1,5
Codificación Modelo de datos	Número de Entidades - Clases / métodos / propiedades		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	<= 5	> 5 Y < 10	>= 10

CRITERIOS DE COMPLEJIDAD COMPONENTES DE CODIFICACIÓN			
COMPONENTE	CRITERIO		
	0,5	1	1,5
Codificación Vistas	Número de Entidades Relacionadas - Clases / métodos / propiedades		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	≤ 5	$> 5 \text{ Y } < 10$	≥ 10
	0,5	1	1,5
Codificación Diseño Gráfico Interfaz de usuario	1. Número de páginas/secciones que intervienen en el mapa de navegación 2. Número de campos involucrados - Clases / métodos / propiedades		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	≤ 5	$> 5 \text{ Y } < 10$	≥ 10
	0,5	1	1,5
Codificación Especificación campos de interfaz de usuario	1. Número de campos que intervienen - Clases / métodos / propiedades		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	≤ 5	$> 5 \text{ Y } < 10$	≥ 10
	0,5	1	1,5
Codificación Aseguramiento de Interfaces	1. Número de componentes a asegurar - Clases / métodos / propiedades		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	≤ 5	$> 5 \text{ Y } < 10$	≥ 10
	0,5	1	1,5
Codificación Diseño Gráfico Reportes	1. Número de parámetros del reporte - Clases / métodos / propiedades		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	≤ 5	$> 5 \text{ Y } < 10$	≥ 10
	0,5	1	1,5
Codificación Especificación campos de reportes	1. Numero de campos del reporte - Clases / métodos / propiedades		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	≤ 5	$> 5 \text{ Y } < 10$	≥ 10

CRITERIOS DE COMPLEJIDAD COMPONENTES DE CODIFICACIÓN			
COMPONENTE	CRITERIO		
	0,5	1	1,5
Codificación Diagrama Secuencia	1. Número de instancias de clases o componentes que intervienen - Clases / métodos / propiedades		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	≤ 5	$> 5 \text{ Y } < 10$	≥ 10
	0,5	1	1,5
Codificación Diagrama de Maquina de estados	1. Número de estados del Objeto - Clases / métodos / propiedades		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	≤ 5	$> 5 \text{ Y } < 10$	≥ 10
	0,5	1	1,5
Codificación Diagrama de clases	1. Cantidad de Entidades, atributos, métodos y relaciones entre Entidades 2. Número de casos de uso a soportar - Clases / métodos / propiedades		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	≤ 5	$> 5 \text{ Y } < 10$	≥ 10
	0,5	1	1,5
Codificación Función PNUT	1. Número de funcionalidades a asociar - Clases / métodos / propiedades		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	≤ 5	$> 5 \text{ Y } < 10$	≥ 10
	0,5	1	1,5
Codificación Función JavaScript	1. Número de funcionalidades a asociar - Clases / métodos / propiedades		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	≤ 5	$> 5 \text{ Y } < 10$	≥ 10
	0,5	1	1,5
Codificación XHTML/JSP	Números de controles de la página - Clases / métodos / propiedades		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	≤ 5	$> 5 \text{ Y } < 10$	≥ 10

CRITERIOS DE COMPLEJIDAD COMPONENTES DE CODIFICACIÓN			
COMPONENTE	CRITERIO		
	0,5	1	1,5

10.3 Anexo 3. Esfuerzo de Codificación para Cada Componente del Método de Puntos De Función PF

PUNTOS DE FUNCION	COMPONENTE DE CODIFICACIÓN	APLICA	BAJA	MEDIA	ALTA
Archivo lógico Interno	Servicio	SI	0,5	1	1,5
	Acción	SI	0,5	1	1,5
	Helper	NO	0	0	0
	Delegado	NO	0	0	0
	Exponer Interfaz del Sistema B2B	NO	0	0	0
	Consumir Interfaz del Sistema B2B	NO	0	0	0
	Validaciones da datos de entrada	SI	0,5	1	1,5
	DTO Objeto de transporte	SI	0,5	1	1,5
	DAO Objeto de Persistencia	SI	0,5	1	1,5
	WBO	SI	0,5	1	1,5
	Procedimientos almacenados/funciones	NO	0	0	0
	Trigger	SI	0,5	1	1,5
	Modelo de datos Estructurado / Semiestructurado	SI	0,5	1	1,5
	Vistas	SI	0,5	1	1,5
	Diseño Gráfico Interfaz de usuario	SI	0,5	1	1,5
	Especificación campos de interfaz de usuario	SI	0,5	1	1,5
	Aseguramiento de Interfaces	SI	0,5	1	1,5
	Diseño Gráfico Reportes	NO	0	0	0
	Especidicación campos de reportes	NO	0	0	0
	Diagrama Secuencia	SI	0,5	1	1,5
	Diagrama de Maquina de estados	NO	0	0	0
	Diagrama de clases	SI	0,5	1	1,5
	Definición de Roles	SI	0,5	1	1,5
	Servicio	SI	0,5	1	1,5
Total			7,5	15	22,5

PUNTOS DE FUNCION	COMPONENTE DE CODIFICACIÓN	APLICA	BAJA	MEDIA	ALTA
Archivo de interfaz externo	Servicio	SI	0,5	1	1,5
	Acción	SI	0,5	1	1,5
	Helper	SI	0,5	1	1,5
	Delegado	SI	0,5	1	1,5
	Exponer Interfaz del Sistema B2B	NO	0	0	0

PUNTOS DE FUNCION	COMPONENTE DE CODIFICACIÓN	APLICA	BAJA	MEDIA	ALTA
	Consumir Interfaz del Sistema B2B	NO	0	0	0
	Validaciones da datos de entrada	SI	0,5	1	1,5
	DTO Objeto de transporte	SI	0,5	1	1,5
	DAO Objeto de Persistencia	SI	0,5	1	1,5
	WBO	NO	0	0	0
	Procedimientos almacenados/funciones	SI	0,5	1	1,5
	Trigger	SI	0,5	1	1,5
	Modelo de datos	SI	0,5	1	1,5
	Vistas	SI	0,5	1	1,5
	Diseño Gráfico Interfaz de usuario	NO	0	0	0
	Especificación campos de interfaz de usuario	NO	0	0	0
	Aseguramiento de Interfaces	NO	0	0	0
	Diseño Gráfico Reportes	NO	0	0	0
	Especificación campos de reportes	NO	0	0	0
	Diagrama Secuencia	SI	0,5	1	1,5
	Diagrama de Maquina de estados	SI	0,5	1	1,5
	Diagrama de clases	SI	0,5	1	1,5
	Definición de Roles	NO	0	0	0
	Servicio	SI	0,5	1	1,5
Total			7	14	21

PUNTOS DE FUNCION	COMPONENTE DE CODIFICACIÓN	APLICA	BAJA	MEDIA	ALTA
Entrada Externa	Servicio	SI	0,5	1	1,5
	Acción	SI	0,5	1	1,5
	Helper	SI	0,5	1	1,5
	Delegado	SI	0,5	1	1,5
	Exponer Interfaz del Sistema B2B	NO	0	0	0
	Consumir Interfaz del Sistema B2B	NO	0	0	0
	Validaciones da datos de entrada	SI	0,5	1	1,5
	DTO Objeto de transporte	SI	0,5	1	1,5
	DAO Objeto de Persistencia	SI	0,5	1	1,5
	WBO	NO	0	0	0
	Procedimientos almacenados/funciones	SI	0,5	1	1,5
	Trigger	SI	0,5	1	1,5
	Modelo de datos	SI	0,5	1	1,5

PUNTOS DE FUNCION	COMPONENTE DE CODIFICACIÓN	APLICA	BAJA	MEDIA	ALTA
	Vistas	SI	0,5	1	1,5
	Diseño Gráfico Interfaz de usuario	NO	0	0	0
	Especificación campos de interfaz de usuario	NO	0	0	0
	Aseguramiento de Interfaces	NO	0	0	0
	Diseño Gráfico Reportes	NO	0	0	0
	Especificación campos de reportes	NO	0	0	0
	Diagrama Secuencia	SI	0,5	1	1,5
	Diagrama de Maquina de estados	SI	0,5	1	1,5
	Diagrama de clases	SI	0,5	1	1,5
	Definición de Roles	NO	0	0	0
	Servicio	SI	0,5	1	1,5
Total			5,5	11	16,5

PUNTOS DE FUNCION	COMPONENTE DE CODIFICACIÓN	APLICA	BAJA	MEDIA	ALTA
Salida Externa	Servicio	SI	0,5	1	1,5
	Acción	SI	0,5	1	1,5
	Helper	SI	0,5	1	1,5
	Delegado	SI	0,5	1	1,5
	Exponer Interfaz del Sistema B2B	NO	0	0	0
	Consumir Interfaz del Sistema B2B	NO	0	0	0
	Validaciones da datos de entrada	SI	0,5	1	1,5
	DTO Objeto de transporte	SI	0,5	1	1,5
	DAO Objeto de Persistencia	SI	0,5	1	1,5
	WBO	NO	0	0	0
	Procedimientos almacenados/funciones	SI	0,5	1	1,5
	Trigger	SI	0,5	1	1,5
	Modelo de datos	SI	0,5	1	1,5
	Vistas	SI	0,5	1	1,5
	Diseño Gráfico Interfaz de usuario	NO	0	0	0
	Especificación campos de interfaz de usuario	NO	0	0	0
	Aseguramiento de Interfaces	NO	0	0	0
	Diseño Gráfico Reportes	NO	0	0	0
	Especificación campos de reportes	NO	0	0	0
	Diagrama Secuencia	SI	0,5	1	1,5
	Diagrama de Maquina de estados	SI	0,5	1	1,5

PUNTOS DE FUNCION	COMPONENTE DE CODIFICACIÓN	APLICA	BAJA	MEDIA	ALTA
	Diagrama de clases	SI	0,5	1	1,5
	Definición de Roles	NO	0	0	0
	Servicio	SI	0,5	1	1,5
Total			5,5	11	16,5

PUNTOS DE FUNCION	COMPONENTE DE CODIFICACIÓN	APLICA	BAJA	MEDIA	ALTA
Consulta Externa	Servicio	SI	0,5	1	1,5
	Acción	SI	0,5	1	1,5
	Helper	NO	0	0	0
	Delegado	NO	0	0	0
	Exponer Interfaz del Sistema B2B	NO	0	0	0
	Consumir Interfaz del Sistema B2B	NO	0	0	0
	Validaciones da datos de entrada	NO	0	0	0
	DTO Objeto de transporte	SI	0,5	1	1,5
	DAO Objeto de Persistencia	SI	0,5	1	1,5
	WBO	NO	0	0	0
	Procedimientos almacenados/funciones	NO	0	0	0
	Trigger	NO	0	0	0
	Modelo de datos	SI	0,5	1	1,5
	Vistas	SI	0,5	1	1,5
	Diseño Gráfico Interfaz de usuario	NO	0	0	0
	Especificación campos de interfaz de usuario	NO	0	0	0
	Aseguramiento de Interfaces	NO	0	0	0
	Diseño Gráfico Reportes	NO	0	0	0
	Especificación campos de reportes	NO	0	0	0
	Diagrama Secuencia	NO	0	0	0
	Diagrama de Maquina de estados	NO	0	0	0
	Diagrama de clases	SI	0,5	1	1,5
	Definición de Roles	NO	0	0	0
	Servicio	SI	0,5	1	1,5
Total			3,5	7	10,5

10.4 Anexo 4. Componentes del Método Estándar de Puntos de Función PF

PUNTOS FUNCIÓN		COMPLEJIDAD		
NOMBRE	DESCRIPCION	Baja	Media	Alta
Entrada externa	Cada Entrada Externa es un proceso elemental a través del cual se permite la entrada de datos al sistema. Estos datos provienen bien de una aplicación ajena al sistema, o bien del usuario, el cual los introduce a través de una pantalla de entrada de datos (órdenes concretas, nombres de ficheros, selecciones de menús, etc...). No se incluyen las consultas o peticiones interactivas al sistema, ya que éstas se contabilizan por separado. Los datos de entrada son usados para mantener uno o más Ficheros Lógicos Internos (archivos maestros), siempre y cuando no representen información de control del sistema. Para determinar las Entradas Externas, se suelen examinar las pantallas de introducción de datos, los cuadros de diálogo y el formato de los formularios de entrada, si es que existen. Además, si se trata de entradas procedentes de otras aplicaciones distintas, éstas deberán necesariamente actualizar los Ficheros Lógicos Internos del sistema que se pretende medir.	0 a 1 ficheros - 1 a 15 datos distintos 2 a 3 ficheros - 1 a 4 datos distintos	0 a 1 ficheros - más 16 datos distintos 2 a 3 ficheros - 5 a 15 datos distintos más 3 ficheros - 1 a 4 datos distintos	2 a 3 ficheros - más 16 datos distintos más 3 ficheros - 5 a 15 datos distintos más 3 ficheros - más 16datos distintos

PUNTOS FUNCIÓN		COMPLEJIDAD		
NOMBRE	DESCRIPCION	Baja	Media	Alta
Salida externa	<p>Cada Salida Externa es un proceso elemental a través del cual se permite la salida de datos del sistema. Estos datos suelen ser los resultados derivados de la ejecución de algoritmos o la evaluación de fórmulas, y generan informes (reports) o archivos de salida que sirven de entrada a otras aplicaciones. En la creación de estos informes o archivos de salida intervienen uno o más Ficheros Lógicos Internos o uno o más Ficheros Externos de Interfaz. Una forma de determinar las Salidas Externas de un sistema es observar los posibles informes de salida de datos y los formatos de los ficheros que sirven a otras aplicaciones</p>	<p>0 a 1 ficheros - 1 a 5 datos distintos 2 a 3 ficheros - 1 a 5 datos distintos 2 a 3 ficheros - 6 a 19 datos distintos</p>	<p>0 a 1 ficheros - más 20 datos distintos 2 a 3 ficheros - 6 a 19 datos distintos más 5 datos distintos</p>	<p>2 a 3 ficheros - más 20 datos distintos más 4 ficheros - 6 a 15 datos distintos más 4 ficheros - más 20 datos distintos</p>
Consulta externa (o peticiones al sistema)	<p>Cada Consulta Externa es un proceso elemental con componentes de entrada y de salida que consiste en la selección y recuperación de datos de uno o más Ficheros Lógicos Internos o de uno o más Ficheros Externos de Interfaz, y su posterior devolución al usuario o aplicación que los solicitó. Se trata, entonces, de peticiones interactivas que requieren una respuesta del sistema. En el proceso de entrada no se actualiza ningún Fichero Lógico Interno, y en el proceso de salida los datos devueltos no contienen datos derivados (es decir, datos resultantes de la ejecución de algoritmos o la evaluación de fórmulas). Al igual que sucedía con las Entradas Externas, una posible forma de detectar las Consultas Externas es</p>	<p>0 a 1 ficheros - 1 a 5 datos distintos 2 a 3 ficheros - 1 a 5 datos distintos 2 a 3 ficheros - 6 a 19 datos distintos</p>	<p>0 a 1 ficheros - más 20 datos distintos 2 a 3 ficheros - 6 a 19 datos distintos más 4 ficheros - 1 a 5 datos distintos</p>	<p>2 a 3 ficheros - más 20 datos distintos más 4 ficheros - 6 a 15 datos distintos más 4 ficheros - más 20 datos distintos</p>

PUNTOS FUNCIÓN		COMPLEJIDAD		
NOMBRE	DESCRIPCION	Baja	Media	Alta
	examinando los formularios de entrada, las pantallas de entrada de datos, los cuadros de diálogo, etc			
Archivo lógico interno (o archivos maestros)	Un Fichero Lógico Interno es un conjunto de datos definidos por el usuario y relacionados lógicamente, que residen en su totalidad dentro de la propia aplicación, y que son mantenidos a través de la Entradas Externas del sistema. Para determinar los posibles Ficheros Lógicos Internos se suelen examinar los modelos físicos y/o lógicos preliminares, los formatos de tablas, las descripciones de bases de datos, etc	1 ficheros -1 a 19 datos distintos 2 a 5 ficheros - 20 a 50 datos distintos 2 a 5 ficheros - 1 a 19 datos distintos	1 ficheros -más 51 datos distintos 2 a 5 ficheros - 20 a 50 datos distintos más 6 ficheros - 1 a 19 datos distintos	2 a 5 ficheros - más 51 datos distintos 2 a 5 ficheros - más 51 datos distintos más 6 ficheros - más 51 datos distintos
Archivo externo de interfaz	Un Fichero Lógico Interno es un conjunto de datos definidos por el usuario y relacionados lógicamente, que residen en su totalidad dentro de la propia aplicación, y que son mantenidos a través de la Entradas Externas del sistema. Para determinar los posibles Ficheros Lógicos Internos se suelen examinar los modelos físicos y/o lógicos preliminares, los formatos de tablas, las descripciones de bases de datos, etc	1 ficheros -1 a 19 datos distintos 2 a 5 ficheros - 20 a 50 datos distintos 2 a 5 ficheros - 1 a 19 datos distintos	1 ficheros -más 51 datos distintos 2 a 5 ficheros - 20 a 50 datos distintos más 6 ficheros - 1 a 19 datos distintos	2 a 5 ficheros - más 51 datos distintos 2 a 5 ficheros - más 51 datos distintos más 6 ficheros - más 51 datos distintos

